



*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

*Feladatok, megoldások, díjazottak  
évenkénti felsorolásban*

*1991-2010*

*szerkesztette: Hilbert Margit*

*írták: Dr. Hilbert Margit, Dr. Varga Zsuzsanna, Dr. Varjú Katalin, Sarlós Ferenc*

*Szegedi Tudományegyetem  
Fizikus Tanszékcsoport*

*Szeged, 2010*

A **Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny** 1975 óta kerül megrendezésre, az *ELFT Csongrád megyei csoportjának* gondozásában, eleinte a *József Attila Tudományegyetem* és a *Juhász Gyula Tanárképző Főiskola* fizika tanszékei, majd a jogutód *Szégedi Tudományegyetem* munkatársainak szervezésében. Ezen belül feltétlen ki kell emelni az *Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék* sokszor jelentős anyagiakban is kifejezhető támogatását és az *Elméleti Fizikai Tanszék* támogató szerepét.

A verseny kezdetben a Csongrád megyei gimnazista tanulók számára lett meghirdetve, de 1980-tól kezdve szakközépiskolások is részt vesznek a versenyen. A versenyző iskolák köre 1983-tól fokozatosan újabb megyék iskoláival bővült, az iskolák száma elérte a 38-at.

Az egyfordulós versenyre eleinte minden résztvevő iskola két diákot nevezhetett, akik egy helyszínen készítették el a verseny-feladatok megoldását. 1994-től a versenyen a meghívott iskolák tetszőleges számú – előzőleg benevezett – diákja részt vehet. A versenyen részt vevő diákok száma az egyik évben elérte az 1300-at. A feladatok megoldását mindenki saját iskolájában, az előre meghirdetett időpontban készíti el, így a verseny lebonyolításában igen komoly szerep jut az iskoláknak, a szaktanároknak. Ezúton is köszönjük, hogy a versenyen oly nagy lelkesedéssel vesznek részt és nagyban segítik munkánkat. A szaktanárok által javított dolgozatokat munkacsoportunk áttekinti, hogy az értékelés esetleges szubjektív voltát kiküszöböljük.

A verseny 1979-1990 évi feladatainak és megoldásainak gyűjteménye 1991-ben jelent meg a *Mozaiik Oktatási Stúdió* kiadásában. Versenyünk 1991-2010 közötti feladatait, megoldásait és a díjazott diákok névsorát tartalmazó gyűjtemény most először látható teljes egészében, elektronikus formában. Számunkra nagy feladat volt ennek az anyagnak az összeállítása, melyet szeretettel adunk a kedves olvasó kezébe: elsősorban a középiskolai tanároknak, akik felkészítették a versenyre tanulóikat és részt vettek a dolgozatok értékelésében!

A versenyfeladatok kitűzői és a verseny lebonyolítói az 1980-as évek elejétől kezdve Dr. Hilbert Margit és Dr. Varga Zsuzsanna voltak. A munkába 1994-től



Varjú Katalin, majd 2006-tól Sarlós Ferenc is bekapcsolódott, továbbá számos kollégától kaptunk egy-egy évben feladatot, akik nevei az adott év feladatsorain megjelennek. Minden feladat-ötletet köszönettel vettünk.

Az elmúlt 20 év anyagának közreadásakor ismételten köszönetet mondunk mindazoknak, akik lelkesedésükkel folytatásra ösztönöztek bennünket: a versenyen részt vevő diákoknak, a lebonyolításban segédkező tanároknak, és a feladat-ötletekkel előálló kollégáknak.

**Elektronikus könyvünk könyvjelzőkkel ellátott pdf formátumban készült. Ha a pdf olvasóban előhívja a könyvjelzők menüt, akkor könnyen tud navigálni az egyes évek anyagai között.**

*A kiadvány létrejöttét az NKTH, az Apponyi Albert program keretében támogatta.*

*Szeged, 2010. február 25.*

*Dr. Hilbert Margit*



Apponyi Albert program

**A projekt a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg.**



## *Tartalomjegyzék*

|                 | oldal |
|-----------------|-------|
| 1991-es verseny | 5     |
| 1992-es verseny | 13    |
| 1993-as verseny | 21    |
| 1994-es verseny | 28    |
| 1995-ös verseny | 40    |
| 1996-os verseny | 50    |
| 1997-es verseny | 59    |
| 1998-as verseny | 67    |
| 1999-es verseny | 77    |
| 2000-es verseny | 88    |
| 2001-es verseny | 99    |
| 2002-es verseny | 110   |
| 2003-as verseny | 123   |
| 2004-es verseny | 136   |
| 2005-ös verseny | 150   |
| 2006-os verseny | 162   |
| 2007-es verseny | 177   |
| 2008-as verseny | 190   |
| 2009-es verseny | 203   |
| 2010-es verseny | 215   |

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1991

**Figyelem!**

A gimnazisták számára kitűzött feladatok:

I. osztály: 1, 2, 3.                      II. osztály: 3, 4, 5.

III. osztály: 5, 6, 7.                      IV. osztály: 7, 8, 9.

Minden feladat 20 pontot ér.

A szakközépiskolások számára kitűzött feladatok:

1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12.

Az 1. és 10. feladat 10 pontot ér, a többi 20 pontot.

1. Hogyan függ a gépkocsi szélvédőjét érő eső mennyisége a gépkocsi sebességétől, ha a gépkocsi szélcsendes időben egyenes úton halad.

2. Egy 10 m magas  $2 \text{ dm}^2$  keresztmetszetű függőleges helyzetű vasoszlop hőmérséklete  $0^\circ\text{C}$ -ról  $40^\circ\text{C}$ -ra emelkedik. Mekkora a felvett hő? Mekkora tágulási munkát végez az oszlop? Mekkora az oszlop helyzeti energiájának megváltozása?

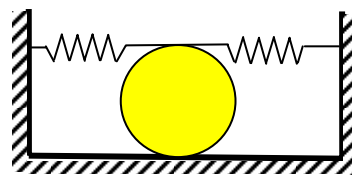
3. Egy hőszigetelt 140 liter térfogatú edényben 5 g hidrogén és 12 g oxigén van. Meggyújtják a keveréket. Határozzuk meg az edényben a nyomást és a hőmérsékletet, először úgy, hogy az edény hőkapacitása elhanyagolható, és úgy is, hogy figyelembe vesszük az edény 10 kg tömegű belső acél bélését! 1 mól víz keletkezésénél  $2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$  energia szabadul fel.

4. Homogén anyagból készült üreges  $R = 20 \text{ cm}$  sugarú gömb a vízben lebeg (a víz nem tud behatolni a gömb alakú  $R/2$  sugarú üregbe). Mekkora a test anyagának sűrűsége? A testet egy szimmetriasíkjában lassan körbeforgatjuk. Hogyan kell a külső forgatónyomatékokat változtatnunk, hogy a forgás egyenletes legyen? A két gömb középpontja  $R/2$  távolságra van.

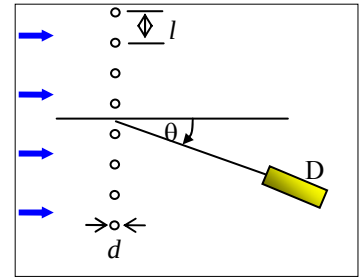
5.  $\alpha$  hajlásszögű lejtőn  $M$  tömegű  $Q$  töltésű korong fekszik. A lejtő homogén  $B$  indukciójú mágneses mezőben van, amely merőleges a lejtő síkjára. A korongot kezdősebesség nélkül elengedjük. Határozzuk meg az állandósult sebesség nagyságát és irányát! A súrlódási együttható  $\mu$ .

6. Zivatar idején előfordul olyan halálos baleset, hogy az eső elől a fa alá húzódó embert „agyon üti” a villám. A becsapódását úgy képzeljük el, hogy a fa csúcsában lép be az áram. Ha nem érünk hozzá a fa törzséhez, akkor is bajba kerülhetünk. Miért, Becsülje meg, hogyan csökken a „lépésfeszültség” a fa törzsétől távolodva! A talaj átlagos fajlagos ellenállása  $10^8 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  $I_{\text{villám}} = 100\,000 \text{ A}$ .

7. Kér rugó a korongon átcsővélt fonal végeit az ábra szerint kétfelé húzza. Milyen mozgást végez a korong középpontja, ha egyensúlyi helyzetéből kimozdítjuk, majd magára hagyjuk? A korong csúszás nélkül gördül. Milyen a tapadási erő ennél a mozgásnál?



8. Állandó sebességű neutronok nyalábja atommagokból álló lineáris láncba ütközik az ábrán látható módon. (Ezek a tartozhatnak egy hosszú lineáris molekulához,  $d \ll l$ ) Mit figyelhetünk meg az atommagoktól nagy távolságban elhelyezett  $D$  detektorban, ha a beeső neutronok  $E$  energiáját változtatjuk? Ha tudjuk, hogy  $E = E_1$  energiánál a beeső neutronok száma maximális az  $E_1$ -hez közeli energiájú neutronokhoz képest, és  $E < E_1$ -re nincs másik maximum, számítsuk ki  $l$ -t!

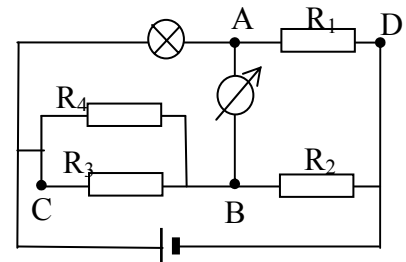


Legyen  $\theta = 30^\circ$ ,  $E_1 = 1,3 \cdot 10^{-20}$  J.

9. Egy közönséges hűtőszekrény belsejében állandóan  $-12^\circ\text{C}$  van. Ha a konyhában  $+25^\circ\text{C}$  a hőmérséklet, a hűtőszekrény minden 8. percben bekapcsolódik és 5 perces üzem után kikapcsolódik. Feltéve, hogy a hűtőszekrény ideális Carnot-gép, milyen gyakran és mennyi időre kapcsol be a hűtőszekrény motorja, ha a konyha hőmérséklete csak  $+15^\circ\text{C}$ ? Milyen maximális hőmérsékletű helyiségben képes a hűtőszekrény tartani az állandó hőmérsékletet?

10. Egy nagyméretű vizet tartalmazó kád szélére csuklósan egy  $0,8$  m hosszú,  $5 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű állandó keresztmetszetű pálcát rögzítettünk egyik végénél. A pálca vízben lévő végére egy  $0,4 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű anyagból készült  $650 \text{ cm}^3$  térfogatú gömböt erősítünk vékony fonállal. A gömb teljesen vízbe merül. A vízből a pálca egynegyed része áll ki. Mekkora a pálca keresztmetszete? Mekkora és milyen irányú erőt fejt ki a csukló a pálcára? Mi történik, ha a fonalat elvágjuk? A csukló milyen magasan lehet a víz szintjétől?

11. Az ábra szerinti kapcsolásban az izzó üzemszerűen működik, üzemi adatai:  $4,5 \text{ V}$ ,  $0,9 \text{ W}$ . Az  $A$  és  $B$  pontok közé kapcsolt igen érzékeny árammérő nem jelez áramot. A főágban  $1,2 \text{ A}$  erősségű áram folyik, az  $R_4 = 9 \Omega$ , az  $R_2 = 3,5 \Omega$ . Mekkora az áramforrás belső ellenállása, ha az áramforrás elektromotoros ereje  $10,4 \text{ V}$ ? Mekkora a kapcsolásfeszültség és  $U_{CD}$ ?

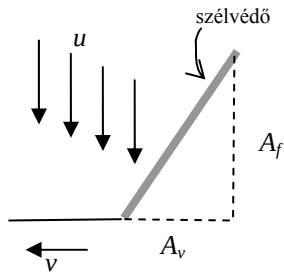


12. Két kondenzátor üzemi feszültsége  $350 \text{ V}$ , kapacitásuk  $16 \mu\text{F}$ . A két kondenzátort sorosan  $600 \text{ V}$  feszültségre akarjuk kapcsolni. Az egyik kondenzátor szivárgási árama voltonként  $1 \mu\text{A}$ , a másiké  $0,4 \mu\text{A}$ . Mekkora két egyforma ellenállást kell a kondenzátorokkal párhuzamosan kötni, hogy a kívánt kapcsolás elvégezhető legyen? Mekkora lesz ebben az esetben a minimálisan elvezetett áram?

## Megoldások

1.

Adatok:  $u$  – az esőcseppek állandósult sebessége,  $v$  – az autó sebessége,  $\rho$  – az eső „sűrűsége” (tömeg/térfogat),  $I$  – az eső „intenzitása” (egységnyi felületen egységnyi idő alatt áthaladó víz tömege, ha a felület vízszintes és álló)



a)  $v = 0$ , akkor  $t$  idő alatt annyi eső esik  $A_v$ -re, amennyi az  $A_v u t$  térfogatban van:  $m_1 = A_v u t \rho$ . Ez akkor is igaz, ha  $v \neq 0$ .

b)  $v \neq 0$ , akkor  $t$  idő alatt annyi eső esik  $A_f$ -re, amennyi az  $A_f v t$  térfogatban van:  $m_2 = A_f v t \rho$ .

Mivel  $I = u \rho$ , a szélvédőre eső víz mennyisége  $t$  idő alatt

$$m = (A_v u + A_f v) \rho t = (A_v + A_f \frac{v}{u}) I t.$$

2.

Adatok:  $h = 10$  m,  $A = 2$  dm<sup>2</sup> =  $2 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>,  $\Delta t = 40$  °C,  $p_0 = 10^5$  Pa,  $c = 464,76$  J/(kg·K),  $\rho = 7,86 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>,  $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5}$  (°C)<sup>-1</sup>

$$V = Ah = 0,2 \text{ m}^3, m = \rho V = 1572 \text{ kg}, \Delta h = \alpha h \Delta t = 4,68 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$Q = cm \Delta t = 29,23 \cdot 10^6 \text{ J}, W = p_0 \Delta h = 28,08 \text{ J}$$

$$\Delta E_h = mg \frac{\Delta h}{2} = 36,78 \text{ J}.$$

3.

$V = 140$  liter,  $m_1 = 5$  g,  $m_2 = 12$  g,  $M = 10$  kg,  $c_v = 1,386 \cdot 10^3$  J/(kg·K),  $c_H = 10,112 \cdot 10^3$  J/(kg·K),  $c_a = 468,9$  J/(kg·K)

Keletkezik  $\frac{3}{4}$  mól víz, ennek tömege  $m_v = 13,5$  g,  $Q = \frac{3}{4} \cdot 2,4 \cdot 10^5 \text{ J} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ J}$ .

Marad hidrogén  $m_1' = 3,5$  g.

Feltesszük, hogy az energia megmarad:

$$E_H(293 \text{ K}) + E_O(293 \text{ K}) = E_{\text{víz}}(293 \text{ K}) + E_H'(293 \text{ K}) + Q, \text{ illetve}$$

$$Q = \Delta E_{\text{víz}} + \Delta E_H' + \Delta E_{\text{edény}} = (c_v m_v + c_H m_1' + c_a M) \Delta T$$

$$\text{a) Ha } M = 0, \Delta T = 3327 \text{ K}, T_2 = 3600 \text{ K}, p_2 = 5,29 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{b) Ha } M = 10 \text{ kg}, \Delta T = 37,95 \text{ K}, T_2 = 331 \text{ K}, p_2 = 0,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

4.

$$\text{Lebegéskor } F_{\text{fel}} = G, \text{ ahol } F_{\text{fel}} = \frac{4\pi R^3}{3} \rho_{\text{víz}} g, \quad G = \frac{4\pi}{3} [R^3 - (\frac{R}{2})^3] \rho g.$$

$$\text{Innen } \rho = \frac{8}{7} \rho_{\text{víz}} = 1143 \text{ kg/m}^3$$

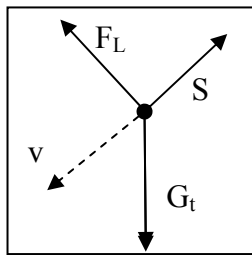
A felhajtóerő támadáspontja a gömb középpontja, a súlyerőé a tömegközéppontja. A TK meghatározása:

$$Gx = \frac{4\pi}{3} (\frac{R}{2})^3 \rho \frac{R}{2}, \text{ innen } x = \frac{R}{14}$$

A forgatónyomaték:

$$M = Gx \sin \alpha = \frac{4\pi R^3}{3} \rho_{\text{víz}} g \frac{R}{14} \sin \alpha.$$

5.



Ha a sebesség állandó, az erők eredője nulla. Mivel a súrlódási erő ellentétes irányú a sebességgel, és a Lorentz erő merőleges a sebességre, így a súrlódási erő merőleges a Lorentz erőre. Az ábra a lejtő síkjában ható erőket ábrázolja.

$$S^2 + (F_L)^2 = (G_t)^2, \text{ ahol } G_t = Mg \sin \alpha$$

$$F_L = QvB,$$

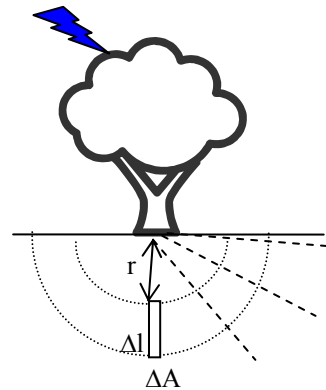
$$S = \mu Mg \cos \alpha$$

$$\text{Innen } v = \frac{Mg}{QB} \sqrt{\sin^2 \alpha - \mu^2 \cos^2 \alpha}, \text{ feltéve, hogy } \mu < \tan \alpha.$$

$$\cos \beta = \frac{S}{G_t} = \frac{\mu}{\tan \alpha}.$$

6.

Adatok:  $\rho = 10^8 \cdot 10^8 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  $I_{\text{villám}} = 10^5 \text{ A}$



$$\text{Az áramsűrűség: } j(r) = \frac{I}{2r^2\pi}$$

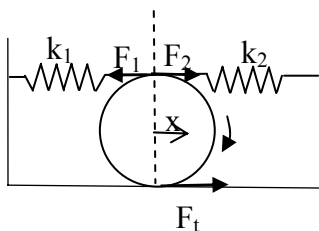
$$E(r) = \frac{U}{\Delta l} = \frac{IR}{\Delta l} = \frac{j\Delta A \cdot \rho \frac{\Delta l}{\Delta A}}{\Delta l} = j(r) \cdot \rho = \frac{I\rho}{2r^2\pi}, \text{ ebből a potenciál}$$

$$U(r) = \frac{I\rho}{2r\pi}$$

A „lépéshossz” legyen  $L$

$$U = U(r) - U(r+L) = \frac{I\rho}{2r\pi} - \frac{I\rho}{2(r+L)\pi} = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r+L} \right) \approx \frac{I\rho}{2r^2\pi} L.$$

7.



A rugók megnyúlása a rendszer egyensúlyi helyzetében legyen  $x_1$  illetve  $x_2$ . Az erők egyensúlya:  $F_1 = k_1 x_1 = k_2 x_2 = F_2$ .

Ha a TKP kitérése nem túl nagy  $x$ , akkor a mozgásegyenletek:

$$ma = -k_1(x_1 + 2x) + k_2(x_2 - 2x) + F_t$$

$$\theta\beta = (-k_1(x_1 + 2x) + k_2(x_2 - 2x) + F_t) R,$$

ahol  $\theta = \frac{1}{2} mR^2$ ,  $a = R\beta$  mivel a henger csúszás nélkül gördül,  $F_t$  a tapadási súrlódási erő.

A gyorsulásra kapjuk, hogy

$$a = -\frac{3}{8} \frac{k_1 + k_2}{m} x, \text{ azaz a henger harmonikus rezgést végez, és } \omega^2 = \frac{3}{8} \frac{k_1 + k_2}{m}.$$

$$\text{A tapadási súrlódási erő: } F_t = -\frac{2}{3} \frac{k_1 + k_2}{m} x.$$

8.

Adatok:  $m = 1,674 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $\theta = 30^\circ$ ,  $E_1 = 1,3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ .

A neutronok de Broglie hullámhossza:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}, \text{ mivel } E = \frac{p^2}{2m}.$$

A neutronok úgy szóródnak a lineáris láncon, mintha  $\lambda$  hullámhosszú neutronhullám esne optikai rácsra. A  $D$  detektornál akkor van „erősítés” (sok neutron), ha

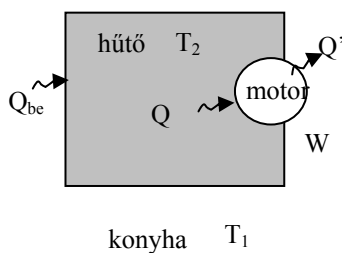
$$\sin \theta = \frac{2k \lambda}{d}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Most  $d = l$ ,  $\lambda = \frac{h}{p}$ , ez alapján  $E_k = \frac{k^2 h^2}{2ml^2 \sin^2 \theta}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$

Az első erősítés esetére  $E = E_1, \quad k = 1, \quad \sin \theta = \frac{\lambda}{d} = \frac{h}{l\sqrt{2mE_1}}$

$$l = \frac{h}{\sin \theta \sqrt{2mE_1}} = \underline{2,01 \cdot 10^{-10} \text{ m}}.$$

9.

Adatok:  $T_2 = 261 \text{ K}$ ,  $T_1 = 298 \text{ K}$ ,  $\tau_1 = 5 \text{ perc}$  üzem,  $\tau_2 = 3 \text{ perc}$  szünet,  $T_1' = 288 \text{ K}$ .

Egy ideális Carnot-gép jósági tényezője:

$$\frac{Q}{W} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

A megadott egyensúlyi állapotban, ha a motor teljesítménye  $P$ ,

$$Q_{be} = Q, \quad W = P \tau_1, \quad Q_{be} = \alpha (T_1 - T_2) (\tau_1 + \tau_2),$$

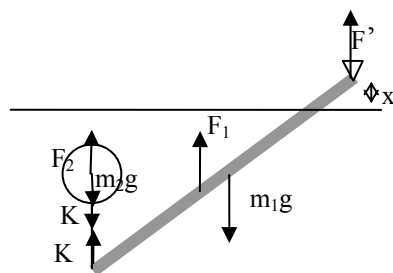
$$\frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q}{W} = \frac{\alpha (T_1 - T_2) (\tau_1 + \tau_2)}{P \tau_1} \quad (*)$$

A motor bekapcsol ha  $Q_{be} = Q^* = \alpha (T_1 - T_2) \tau_2$ , és ez állandó érték.Ennek alapján  $\alpha (T_1' - T_2) \tau_2' = \alpha (T_1 - T_2) \tau_2$ , amiből  $\tau_2' = \underline{4,11 \text{ perc}}$  (a szünet ideje).(\*) alapján megkaphatjuk az új üzemidőt:  $\tau_1' = \underline{2,05 \text{ perc}}$ .A maximális konyhahőmérséklet esetén a hűtő folyamatosan dolgozik  $\tau_2'' = 0$ .Így (\*) alapján  $T_1'' = \underline{34,8^\circ \text{C}}$ .

10.

Adatok:  $\rho_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $l = 0,8 \text{ m}$ ,  $\rho_2 = 0,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $V = 650 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ 

A gömb sugara  $R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 5,37 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ ,  $m_1 = lA\rho_1$ ,  $m_2 = \rho_2 V$



Egyensúlyban az erők és forgatónyomatékok eredője nulla.

Az erőkre:

$$m_1 g = K + F_1 + F' \quad (1)$$

$$m_2 g = F_2 + K \quad (2)$$

A forgatónyomaték alapján:

$$\frac{1}{2} m_1 g = \frac{5}{8} F_1 + K \quad (3)$$

A felhajtóerők nagysága:  $F_1 = \frac{3}{4} l A \rho_1 g$ ,  $F_2 = V \rho_2 g$



(2) alapján  $K = 3.9 \text{ N}$ ,

$$(3) \text{ ből } A = \frac{2K}{gl(\rho_1 - \frac{15}{16}\rho_v)} = \underline{2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}.$$

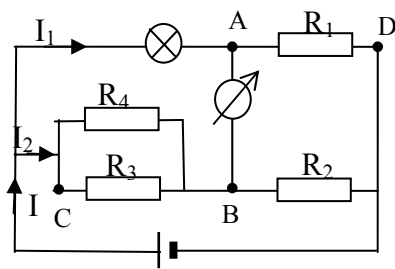
(1)-ből  $F' = 4,26 \text{ N}$ .

A fonalat elégetve a gömb úszik, és térfogatának  $\frac{\rho_1}{\rho_v} = 0,4$ -ed része merül bele.

A rajz alapján  $x > \frac{1}{3} \cdot 2R = 3,58 \text{ cm}$ , illetve  $x < \frac{l}{4} = 20 \text{ cm}$ .

11.

Adatok:  $I = 1,2 \text{ A}$ ,  $R_4 = 9 \Omega$ ,  $R_2 = 3,5 \Omega$ ,  $U_0 = 10,4 \text{ V}$ ,  $U_i = 4,5 \text{ V}$ ,  $P_i = 0,9 \text{ W}$ .



$$I_i = \frac{P_i}{U_i} = 0,2 \text{ A}.$$

$$I_2 = I - I_1 = 1 \text{ A}, \quad U_2 = I_2 R_2 = 3,5 \text{ V},$$

$$U_k = U_i + U_2 = \underline{8 \text{ V}}.$$

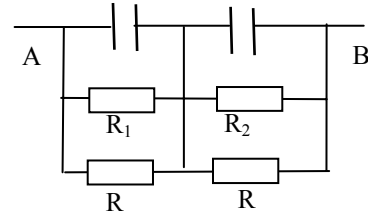
$$U_0 = U_k + IR_b \text{ alapján } R_b = \underline{2 \Omega}, \quad U_{CD} = U_k = \underline{8 \text{ V}}.$$

12.

Adatok:  $U_C = 350 \text{ V}$ ,  $C = 16 \mu\text{F}$ ,  $U = 600 \text{ V}$ ,  $I_1 = 1 \mu\text{A}$ ,  $I_2 = 0,4 \mu\text{A}$ ,  $U_0 = 1 \text{ V}$ .

A szivárgási áram azt jelenti, mintha a kondenzátorral párhuzamosan egy  $R_1 = U_0 / I_1 = 1 \text{ M}\Omega$ , illetve egy  $R_2 = U_0 / I_2 = 2,5 \text{ M}\Omega$  ellenállás lenne párhuzamosan kötve.

A kívánt kapcsolás:



$$U_{AB} = 600 \text{ V} = U_1 + U_2$$

$$\frac{1}{R'_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R}, \quad \frac{1}{R'_2} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}$$

Mivel  $R'_2 > R'_1$ , ezért  $U_2 > U_1$ . Így  $U_2$  legfőljebb

$U_C = 350 \text{ V}$ ,  $U_1$  pedig legfőljebb  $250 \text{ V}$  lehet.

$$\text{Eszerint } \frac{U_2}{U_1} \leq \frac{350}{250} = \frac{7}{5}, \text{ amiből következik, hogy } \frac{R'_2}{R'_1} \leq \frac{7}{5}.$$

$$\text{Ebből } \frac{R_2(R_1 + R)}{R_1(R_2 + R)} \leq 1,4, \text{ azaz } \underline{R \leq 0,91 \text{ M}\Omega}.$$

$$\text{Az elvezetett áram } I = \frac{U}{R'_1 + R'_2} = \frac{U}{\frac{R_1}{\frac{R_1}{R} + 1} + \frac{R_2}{\frac{R_2}{R} + 1}} \text{ alakjából leolvasható, hogy a minimális}$$

érték, ha  $R = R_{\max} = 0,91 \text{ M}\Omega$ . Tehát  $I_{\min} = \underline{530,9 \mu\text{A}}$ .

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny***1991****EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                    | Szaktanár          |
|----------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Insperger Tamás | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor     |
| 2.       | Árgyelán Miklós | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba            | Aradi Andrásné     |
| 3.       | Lakos István    | Deák F. Gimnázium, Szeged                 | Csigi Imre         |
| 4.       | Veszélka Tamás  | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor     |
| 5.       | Víg István      | Batsányi J. Gimnázium, Csongrád           | Szucsán András     |
| 6.       | Szörényi Balázs | Radnóti M. Gimnázium, Szeged              | Kosztolányi József |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                          | Szaktanár                    |
|----------|-----------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1.       | Kucsera Henrik  | Radnóti M. Gimnázium, Szeged    | Vincze István                |
| 2.       | Mészáros Attila | Ságvári E. Gimnázium, Szeged    | Kovács László                |
| 3.       | Goldmann Júlia  | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba  | Aradi Andrásné, Simon Imréné |
| 4.       | Berkó Levente   | Radnóti M. Gimnázium, Szeged    | Vincze István                |
| 5.       | Zsíros Ildikó   | Batsányi J. Gimnázium, Csongrád | Szucsán András               |
| 6.       | Major Zoltán    | Táncsics M. Gimnázium, Orosháza | Hegedüs Zoltán               |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név           | Iskola                              | Szaktanár       |
|----------|---------------|-------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Szabó Imre    | Ságvári E. Gimnázium, Szeged        | Kakuszi László  |
| 2.       | Kis János     | Radnóti M. Gimnázium, Szeged        | Mező Tamás      |
| 3.       | Zrupkó Ferenc | Radnóti M. Gimnázium, Szeged        | Mező Tamás      |
| 4-5.     | Dubis Ferenc  | Kner Imre Gimnázium,<br>Gyomaendrőd | Balogh Éva      |
| 4-5.     | Pelle Beáta   | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba      | Pocsai Zoltánné |
| 6.       | Rácz Péter    | Ságvári E. Gimnázium, Szeged        | Győri István    |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                    | Szaktanár       |
|----------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Maróti Miklós   | Radnóti M. Gimnázium, Szeged              | Dudás Zoltánné  |
| 2.       | P. Nagy Zoltán  | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba            | Domokos Tamásné |
| 3.       | Megyik László   | Táncsics M. Gimnázium, Orosháza           | Pribékné        |
| 4.       | Fridrich László | Radnóti M. Gimnázium, Szeged              | Dudás Zoltánné  |
| 5-6.     | Veszélka Zsolt  | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Imolya Sándor   |
| 5-6.     | Párducz Árpád   | Ságvári E. Gimnázium, Szeged              | Erdei Imre      |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név           | Iskola                                            | Szaktanár       |
|----------|---------------|---------------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Csorba Zoltán | Széchenyi I. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba       | Dr. Szabó János |
| 2-3.     | Koch György   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks             | Csajági Sándor  |
| 2-3.     | Palócz Béla   | Kőrösy J. Közgazdasági<br>Szakközépiskola, Szeged | Török Györgyné  |
| 4.       | Szabó Imre    | Csonka J. Szakközépiskola, Szeged                 | Baráth Nándor   |
| 5.       | Gyurik Pál    | Széchenyi I. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba       | Dr. Szabó János |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                            | Szaktanár           |
|----------|------------------|---------------------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Vaskó Gábor      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks             | Tőricht Pál         |
| 2.       | Domokos Tibor    | 611. sz. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba           | Pocsai János        |
| 3.       | Boros Béla       | Kőrösy J. Közgazdasági<br>Szakközépiskola, Szeged | Dr. Kiricsi Imréné  |
| 4.       | Gazsó János      | Vásárhelyi P. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba      | Dr. Vécsei Lászlóné |
| 5-6.     | Dorcsinecz Gábor | 611. sz. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba           | Pocsai János        |
| 5-6.     | Rinyu László     | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola,<br>Szeged      | Szkalisits András   |

## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                 | Szaktanár             |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Zsók András      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                  | Csajági Sándor        |
| 2.       | Ördög István     | Déri M. Ipari Szakközépiskola,<br>Szeged               | Borus Ferenc          |
| 3.       | Csizmadia Zoltán | Kőrösy J. Közgazdasági<br>Szakközépiskola, Szeged      | Dr. Török Miklósné    |
| 4.       | Proksza Péter    | Kossuth Zs. Ipari Szakközépiskola,<br>Hódmezővásárhely | Domokosné Balogh Irén |
| 5.       | Nyemcsok Sándor  | Vedres I. Építőipari Szakközépiskola,<br>Szeged        | Békési László         |
| 6.       | Rigó György      | Bebrits L. Szakközépiskola, Szeged                     | Kovács Sándorné       |

## Szakközépiskola IV. osztály

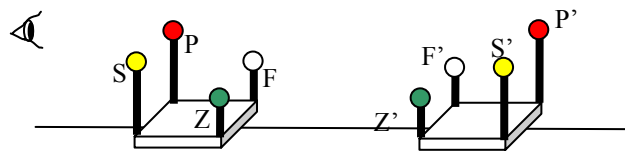
| Helyezés | Név            | Iskola                                | Szaktanár         |
|----------|----------------|---------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Vácsi Pál      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks | Torma Béla        |
| 2.       | Bodrogi Attila | Pollák A. Szakközépiskola, Szentés    | Gulyás László     |
| 3.       | Erhardt Zoltán | Pollák A. Szakközépiskola, Szentés    | Gulyás László     |
| 4.       | Giricz Zoltán  | Pollák A. Szakközépiskola, Szentés    | Gulyás László     |
| 5.       | Csóti Zoltán   | Csonka J. Szakközépiskola, Szeged     | Pusztai Gabriella |
| 6.       | Olajos Péter   | Bebrits L. Szakközépiskola, Szeged    | Szilágyiné        |

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1992

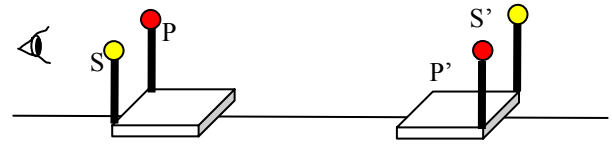
1. Becsüljük meg, hány embert képes fenntartani egy 12 kg tömegű parafából készült mentő-öv édesvízben és  $1,04 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű tengervízben, ha egy ember átlagos tömege 60 kg és az emberi test átlagos sűrűsége  $1,06 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ! A parafa sűrűsége  $0,24 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

(I. Sz.)

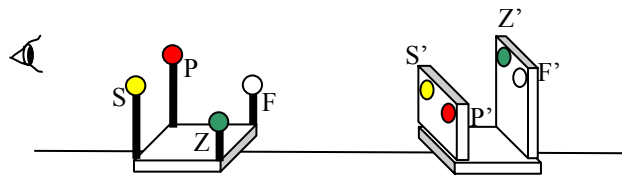
2. Négy különböző színű (Piros, Sárga, Fehér és Zöld) izzóról képeket állítunk elő, melyeket az ábrán  $P'$ ,  $S'$ ,  $F'$ ,  $Z'$  jelöl. Mivel készültek a képek? Próbálja meg berajzolni az ábrába a megfelelő optikai eszközt! Írja le hogyan gondolkodott! A rajzokon a megfigyelés irányát egy szem mutatja, a második és harmadik kísérletben ernyőt is kell használni, ez is látszik az ábrán. (I., Sz.)



1. ábra



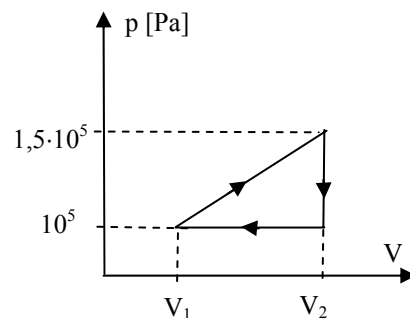
2. ábra



3. ábra

3. 0,2 mol oxigéngázzal az ábrán látható körfolyamatot végezzük. A térfogatengely beosztása hiányzik. Tudjuk azonban, hogy a folyamat során a teljes hőcsere a környezettel 25 J, miközben a legmagasabb hőmérséklet 300 K volt. Határozza meg a  $V_1$  és  $V_2$  értékeket, és számítsa ki a részfolyamatokhoz tartozó hőcserét!

(I. II. Sz.)

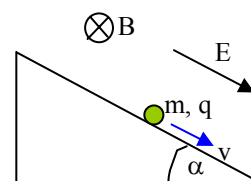


4. Egy desztilláló berendezés  $10^5 \text{ Pa}$  nyomású vízgőzt desztillál. Teljesítménye napi  $1 \text{ m}^3$   $25^\circ\text{C}$ -os desztillált víz. Hűtőjébe  $20^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletű víz áramlik be, majd  $80^\circ\text{C}$ -ra melegedve lép ki. A berendezés a desztilláláshoz szükséges vizet a hűtőből nyeri. Mekkora teljesítményű fűtőtestet kell a berendezésbe szerelni, ha a hatásfok 90 %. Hány liter vizet kell a hűtőn percenként átáramoltatni? (III. Sz.)

5. Egyenes pályán haladó vonat folyosóján egy felnőtt és egy gyerek labdázik. Milyen távol állnak egymástól, ha a felnőtt által a vízszintessel  $30^\circ\text{C}$ -os szöget bezáró irányban  $2 \text{ m/s}$  sebességgel eldobott kisméretű labda éppen a gyerek 50 cm-rel lejjebb lévő kezébe esik? Amikor a vonat az állomáshoz közeledve  $1,2 \text{ m/s}^2$ -tel lassul, a gyerek által eldobott labda visszatér a kezébe a felnőtt érintése nélkül. Az eldobás után a kezét változatlan helyzetben tartja. Milyen feltételek mellett lehetséges ez? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) (II. III.)

6. 1,5 tonna tömegű autó  $10^\circ$ -os lejtőn állandó sebességgel felfelé halad. A motor teljesítménye 40 kW. Mekkora ez a sebesség, ha az autóra a sebességgel arányos ( $kv$ ) közegellenállási erő is hat? ( $k = 0,4 \text{ kg/s}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (II. Sz)

7. Homogén, időben állandó, egymásra merőleges elektromos és mágneses mezőben az ábra szerint elhelyezett, szigetelő anyagból készült  $m$  tömegű,  $q$  töltésű kicsiny pontszerű test az  $\alpha$  hajlásszögű lejtőn állandó  $v$  sebességgel mozog. A lejtő és a test között a súrlódási együttható  $\mu$ . Mekkora lehet a golyó töltése? Milyen  $q/m$  arány és  $v$  érték mellett valósítható meg ez a mozgás, de a lejtő nélkül? (Adatok:  $m = 2 \text{ g}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\mu = 0,1$ ,  $E = 10^4 \text{ N/m}$ ,  $B = 0,1 \text{ T}$ ,  $v = 2 \text{ m/s}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) (III. IV. Sz)



8. Hőmérséklet szabályozóval ellátott 220 V, 1000 W-os villanyvasalóban kis izzólámpa jelzi, ha a vasaló éppen fűt. Az izzólámpa adatai: 6 V, 3 W. Hogyan van kapcsolva az izzólámpa? Mennyivel változik meg a vasaló teljesítményfelvétele, ha az izzó kiég? (Sz)

9. Téglalap alakú drótkeretet szappanos vízbe mártunk. Ha a létrejött síkhártyára  $30^\circ$ -os beesési szögben fehér fény esik, a hártyát zöldnek látjuk. Meg lehet-e mérni a hártya tömegét egy 0,1 mg-os pontosságú mérleggel? Milyen színűnek láthatjuk a hártyát merőlegesen beeső fehér fényben? A zöld fény hullámhossza  $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ , a hártya sűrűsége  $10^3 \text{ kg/m}^3$ , törésmutatója 1,33, a keret oldalai 2 cm és 3 cm hosszúak. (IV)

10.  $20^\circ\text{C}$ -os konyhában hűtőszekrény áll. A hűtőszekrény belsejében a hőmérséklet  $0^\circ\text{C}$ . Legalább mennyibe kerül 10 kg  $20^\circ\text{C}$ -os víz jéggé fagyasztása, ha 1 kWh villamos energia ára 3,70 Ft? Hogyan változik eközben a konyha belső energiája? (IV. Sz)

- 
- A feladatok megoldását önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyvek, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 3 óra.
  - Minden feladatot külön lapon oldjon meg!
  - ! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A megoldásokat nem szükséges letisztáznia, minden papírját adja be!
  - A gimnazistáknak minden évfolyamon a megfelelő római számmal megjelölt 3 feladatot kell megoldaniuk. A szakközépiskolások az Sz betűvel megjelölt feladatok közül (összesen 8) tetszés szerinti számút oldhatnak meg.
  - Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
**1992**

## MEGOLDÁSOK

1.

Adatok:  $m = 12 \text{ kg}$ ,  $\rho = 0,24 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $m_e = 60 \text{ kg}$ ,  $\rho_e = 1,06 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_1 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_2 = 1,04 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

$V = \frac{m}{\rho} = 0,05 \text{ m}^3$ ,  $V_e = \frac{m_e}{\rho_e} = 0,0566 \text{ m}^3$ . Az ember csak addig merülhet a vízbe, hogy a feje térfogatának kb. a fele a víz szintje fölött maradjon – bemerülés  $V^*$ -ig:

$$V^* \approx V_e - \frac{4R^3\pi}{3} = 0,96 V_e, \text{ ahol } R = 0,1 \text{ m}.$$

Az erők egyensúlya:

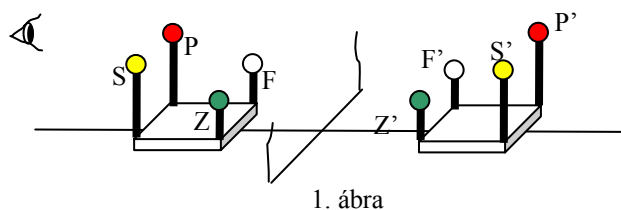
$$mg + Nm_e g = (V + NV^*)\rho_{\text{víz}}g.$$

$$N = \frac{V\rho_{\text{víz}} - m}{m_e - V^*\rho_{\text{víz}}} \dots \text{Ha } \rho_{\text{víz}} = \rho_1, \text{ akkor } N_1 = 6, \text{ illetve ha } \rho_{\text{víz}} = \rho_2, \text{ akkor } N_2 = 11.$$

A második esetben különösen érzékeny az eredmény a víz fölé emelkedő testrésztérfogatának becslésére. Ha  $V^* \approx V_e$ , akkor  $N_1 = 11$ , de  $N_2 = 35$ !

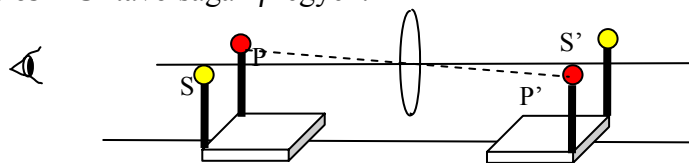
2.

1. ábra: A tárgy és kép közé szimmetrikusan síktükör volt téve.



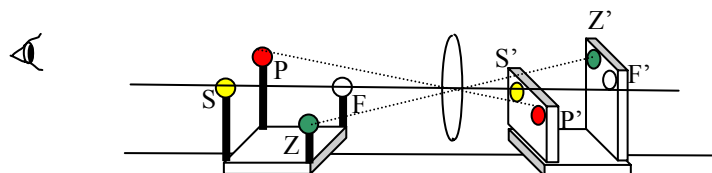
1. ábra

2. ábra:  $SP = S'P'$  miatt a gyűjtőlencsét úgy kell a tárgy és a kép közé szimmetrikusan tenni, hogy az optikai tengely az  $SPS'P'$  síkban legyen és rá  $SP'$ ,  $S'P$  szimmetrikus. Továbbá szükséges, hogy  $PS$  és  $P'S'$  távolsága  $4f$  legyen.



2. ábra

3. ábra: A valódi képet itt is gyűjtőlencsével kell előállítani. Az optikai tengely mind a négy fényforrástól egyenlő távol lehet. A kép és tárgypontok közel  $4f$  legyenek.



3. ábra

3.

Adatok:  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $p_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $n = 0,5 \text{ mol}$ ,  $N = 1,2 \cdot 10^{23}$ ,  $f = 5$ ,  $T_M = 300 \text{ K}$ ,  $Q = 25 \text{ J}$ ,  $T_B = T_M$

$$V_2 = \frac{NkT_B}{p_2} = 3,312 \text{ dm}^3$$

Körfolyamat során:  $\Delta E = Q + W = 0$ ,  $\Rightarrow Q = -W_{\text{gáz}} = \frac{\Delta p \Delta V}{2} > 0$ .

$$\Delta V = 1 \text{ dm}^3, V_1 = 2,313 \text{ dm}^3.$$

Továbbá:  $T_A = 139,6 \text{ K}$ ,  $T_C = 200 \text{ K}$ .

$$Q_{BC} = \frac{f}{2} Nk(T_C - T_A) = -414 \text{ J}, \quad Q_{CA} = \frac{f+2}{2} Nk(T_A - T_C) = -350 \text{ J}$$

$$Q_{AB} = Q - Q_{BC} - Q_{CA} = 789 \text{ J}.$$

4.

Adatok  $c_v = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $L_f = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ ,  $\eta = 0,9$

A desztillált víz mennyisége 1 nap alatt  $M = 10^3 \text{ kg}$ .

A desztilláláshoz a vizet a fűtőberendezés  $20^\circ\text{C}$ -ról melegíti  $100^\circ\text{C}$ -os gőzzé. Az ehhez szükséges hő a fűtőtest hasznos munkája:

$$Q = Mc_v(100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + L_f M = 2,34 \cdot 10^9 \text{ J}.$$

A fűtőtest ehhez szükséges teljesítménye

$$P = \frac{Q}{\eta \cdot 1 \text{ nap}} = \frac{2,34 \cdot 10^9}{0,9 \cdot 24 \cdot 3600} \text{ W} = \underline{\underline{30 \text{ kW}}}.$$

b) A hűtőnek leadott hőmennyiség 1 nap alatt  $Q_{le} = Mc_v(100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + L_f M = 2,573 \cdot 10^9 \text{ J}$ . Ezzel a hővel előmelegítik a  $20^\circ\text{C}$ -os vizet  $80^\circ\text{C}$ -ra. Ennyi hő 1 nap alatt

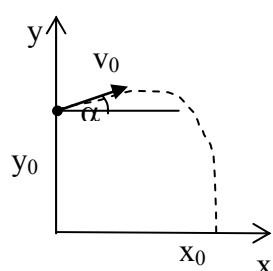
$$m^* = \frac{Q_{le}}{c_v \cdot 60} = 10,26 \cdot 10^3 \text{ kg} \text{ vizet tud felmelegíteni.}$$

Így a rendszeren percenként  $m = \frac{m^*}{24 \cdot 60} = 7,12 \text{ kg}$ , azaz 7,12 liter hűtővizet kell

átáramoltatni.

5.

Adatok:  $v_0 = 2 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $y_0 = 0,5 \text{ m}$ ,  $a_0 = 1,2 \text{ m/s}^2$

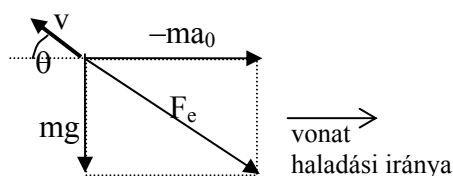


Ha  $a = 0$ , akkor a vonat inercia rendszer:

$$x = v_0 \cos \alpha t, \quad y = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2$$

$$\text{Leérkezéskor } t = t_0, x_0 = v_0 \cos \alpha t_0, \quad 0 = y_0 + v_0 \sin \alpha t_0 - \frac{g}{2} t_0^2.$$

$$\text{Innen } x_0 = \underline{\underline{0,75 \text{ m}}}.$$



Ha a vonat gyorsulása  $a_0$ , akkor a vonathoz rögzített rendszerben a labdára  $mg$  helyett a  $F_e$  eredő erő hat.

Ha a kezdősebesség párhuzamos az eredővel, de ellentétes irányú, akkor a labda egyenes vonalú mozgást végez, „előre” halad, megáll, és „visszafordul”. Ehhez szükséges, hogy  $\tan \theta = g/a$

legyen, azaz  $\theta = 83,2^\circ$

6.

Adatok:  $M = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ,  $P = 40 \cdot 10^3 \text{ W}$ ,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $k = 04 \text{ kg/s}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ Ha az autó állandó sebességgel halad fölfelé az autóra ható erők eredője nulla. Ha  $F$  a motor húzóereje:

$$F = mg \sin \alpha + kv.$$

A teljesítmény  $P = Fv$ , így az egyenlet mindkét oldalát  $v$ -vel szorozva:

$$P = Fv = v mg \sin \alpha + kv^2. \Rightarrow 0 = kv^2 + v mg \sin \alpha - P$$

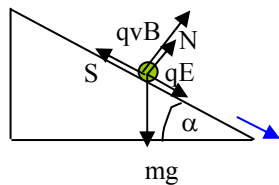
Az egyenlet pozitív gyöke:

$$v = \frac{\sqrt{(mg \sin \alpha)^2 + 4Pk} - mg \sin \alpha}{2k} = \underline{15,61 \text{ m/s}} = 56,2 \text{ km/h}.$$

7.

Adatok:  $m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\mu = 0,1$ ,  $E = 10^4 \text{ N/m}$ ,  $B = 0,1 \text{ T}$ ,  $v = 2 \text{ m/s}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 

Állandó sebességű mozgásnál a testre ható erők eredője nulla.



a) A töltés lefelé mozog, és legyen a töltés pozitív.

A golyóra ható erők irányát az ábra mutatja.

$$qE + mg \sin \alpha - \mu N = 0.$$

$$N = mg \cos \alpha - qvB$$

$$\text{Ebből } q = -\frac{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{E + \mu v B} = \underline{-8,26 \cdot 10^{-7} \text{ C}}.$$

(Az adatok szerint  $E \gg \mu v B$ )b) A test felfelé mozog, ekkor  $S$  lefelé mutat, így a  $qE$  irányul felfelé, tehát  $q$  negatív.

$$qE = mg \sin \alpha + \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha - qvB$$

$$\text{Ez alapján } q = -\frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{E + \mu v B} = \underline{-1,17 \cdot 10^{-6} \text{ C}}.$$

c) Ha elvesszük a lejtőt, akkor a nyomóerőt és súrlódást szüntettük meg. A test úgy mozog mint a b) esetben: „felfelé”. és  $q < 0$ .

$$qE = mg \sin \alpha$$

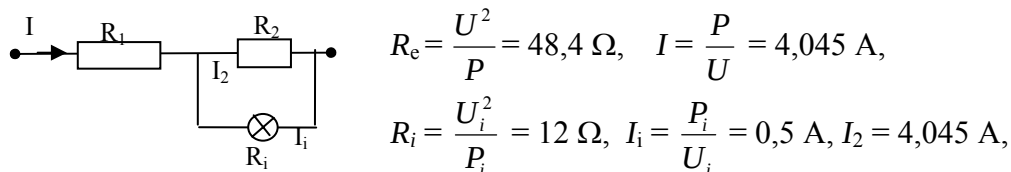
$$mg \cos \alpha = qvB$$

$$\text{Ebből } \frac{|q|}{m} = \frac{g \sin \alpha}{E} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}, \quad v = \frac{mg \cos \alpha}{|q|E} = \underline{1,73 \cdot 10^5 \text{ m/s}}.$$

8.

Adatok:  $U = 220 \text{ V}$ ,  $P = 10^3 \text{ W}$ ,  $U_i = 6 \text{ V}$ ,  $P_i = 3 \text{ W}$ .

Az izzó a fűtőszál egy részével van párhuzamosan kapcsolva:



$$R_e = \frac{U^2}{P} = 48,4 \Omega, \quad I = \frac{P}{U} = 4,045 \text{ A},$$

$$R_i = \frac{U_i^2}{P_i} = 12 \Omega, \quad I_i = \frac{P_i}{U_i} = 0,5 \text{ A}, \quad I_2 = 4,045 \text{ A},$$

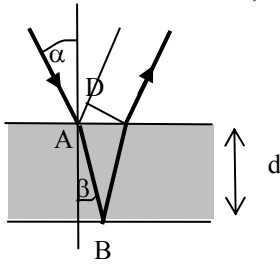
$$R_2 = \frac{U_i}{I_2} = 1,483 \Omega, \quad R_1 = \frac{U - U_i}{I} = 47,08 \Omega.$$

Ha az izzó kiég  $R_e' = R_1 + R_2 = 48,56 \Omega$ .

$$\frac{P'}{P} = \frac{U^2/R_e'}{U^2/R_e} = \frac{R_e}{R_e'} = 99,67 \%, \text{ azaz a vasaló teljesítménye } \underline{0,33 \%}\text{-kal csökken}.$$



9.

Adatok:  $A = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ ,  $n = 1,33$ ,  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\Delta m = 0,1 \text{ mg}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ 

A sűrűbb közeg határáról való visszaverődéskor létrejövő  $180^\circ$ -os fázisugrás miatt az erősítés feltétele:

$$\Delta = 2ABn - AD = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, \text{ ahol } k = 0, 1, 2, \dots$$

$$\Delta = \frac{2dn}{\cos \beta} - 2d \tan \beta \sin \alpha = 2 d_k n \cos \beta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}.$$

$$d_k = \frac{\lambda}{4n \cos \beta} \cdot (2k + 1) = 1,01 \cdot (2k + 1) \cdot 10^{-7} \text{ m}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$m_k = A d_k = 6,06 (2k + 1) \cdot 10^{-2} \text{ mg}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

A mérleggel a legvékonyabb hártva nem mérhető meg, a következő vastagságú is csak nagy hibával.

Merőleges megvilágításnál  $2 d_k n = (2l + 1) \frac{\lambda^*}{2}$  az erősítés feltétele. A látható tartományban

pl.  $k = l$  esetén  $\lambda^* = 5,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .

10.

Adatok:  $T_1 = 293 \text{ K}$ ,  $T_2 = 273 \text{ K}$ ,  $m = 10 \text{ kg}$ ,  $c = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $L_0 = 3,337 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ , $\Delta T = 20 \text{ K}$ ,  $\acute{a} = 3,70 \text{ Ft/kWh}$ 

A hűtőgépet tekintjük ideális Carnot-gépnek. A jósági tényező:

$$\eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q}{W} = \frac{\text{elvont hő}}{\text{befektetett munka}} = 13,65.$$

$$\text{a) } Q = mc \Delta T + mL_0 = 4,173 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,16 \text{ kWh}$$

$$W = \frac{Q}{\eta}, \quad \text{ÁR} = W \cdot \acute{a} = \underline{\underline{0,31 \text{ Ft}}}.$$

$$\text{b) A konyha belső energiájának növekedése } \Delta E = Q = \underline{\underline{4,173 \cdot 10^6 \text{ J}}}.$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny***1992****EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                          | Szaktanár               |
|----------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Nagy Ferenc     | Ságvári E. Gimnázium, Szeged    | Juhászné Mészáros Mária |
| 2.       | Csécsei István  | Verseggy F. Gimnázium, Szolnok  | Csendes Csabáné         |
| 3.       | Janurik Lajos   | Ságvári E. Gimnázium, Szeged    | Erdei Imre              |
| 4.       | Szigethy László | József A. Gimnázium, Makó       |                         |
| 5.       | Losonczi Áron   | Batsányi J. Gimnázium, Csongrád | Szucsán András          |
| 6.       | Toókos Ferenc   | Horváth M. Gimnázium, Szentes   | Dr. Győri Antal         |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                    | Szaktanár          |
|----------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Scherer Pál     | Radnóti M. Gimnázium, Szeged              | Kosztolányi József |
| 2.       | Dombi Péter     | Deák F. Gimnázium, Szeged                 | Kovács József      |
| 3.       | Lukács István   | Ady E. Kísérleti Középiskola, Sarkad      | Lukács Istvánné    |
| 4.       | Szarvas Júlia   | József A. Gimnázium, Makó                 | Szabó Istvánné     |
| 5.       | Dóra Tamás      | Ságvári E. Gimnázium, Szeged              | Kakuszi László     |
| 6.       | Insperger Tamás | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor     |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                          | Szaktanár             |
|----------|------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Berkó Levente    | Radnóti M. Gimnázium, Szeged    | Vincze István         |
| 2.       | Balogh Mihály    | Ságvári E. Gimnázium, Szeged    | Dr. Kovács László     |
| 3.       | Kovács Krisztián | Verseggy F. Gimnázium, Szolnok  | Pécsi István          |
| 4.       | Karay Tamás      | Deák F. Gimnázium, Szeged       | Kovács József         |
| 5.       | Kemény Zsolt     | Ságvári E. Gimnázium, Szeged    | Dr. Kovács László     |
| 6.       | Major Zoltán     | Táncsics M. Gimnázium, Orosháza | Pribékné Pataki Judit |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                    | Szaktanár        |
|----------|-----------------|-------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Rác Péter       | Ságvári E. Gimnázium, Szeged              | Győri István     |
| 2.       | Bohus János     | Horváth M. Gimnázium, Szentes             | Gidófalvy György |
| 3.       | Intzedy László  | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Lőrincz Győző    |
| 4.       | Treczker Klára  | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba            | Pocsai Zoltán    |
| 5.       | Szilágyi István | Szegedi Kis I. Gimnázium, Békés           | Bagi Istvánné    |
| 6.       | Reiff Ádám      | Verseggy F. Gimnázium, Szolnok            | Veres Dénes      |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                | Szaktanár            |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Kovács Krisztián | Kemény G. Műszaki Szakközépiskola, Békéscsaba         | Mikes László         |
| 2.       | Bajor Péter      | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Torma Béla           |
| 3.       | Andréko Ágnes    | Széchenyi I. Közgazdasági Szakközépiskola, Békéscsaba | Varga István         |
| 4-5.     | Nagy Béla        | Széchenyi I. Közgazdasági Szakközépiskola, Békéscsaba | Varga István         |
| 4-5.     | Kovács Kornél    | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged        | Dr. Török Miklósné   |
| 6.       | Paluck Tibor     | Széchenyi I. Közgazdasági Szakközépiskola, Békéscsaba | Tóthné Bodrogi Judit |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név           | Iskola                                                | Szaktanár          |
|----------|---------------|-------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Korpos Tibor  | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor     |
| 2.       | Palócz Béla   | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged        | Dr. Török Miklósné |
| 3.       | Csorba Zoltán | Széchenyi I. Közgazdasági Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János    |
| 4.       | Lajtos János  | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola, Szeged             | Szkalisits András  |
| 5.       | Koch György   | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor     |
| 6.       | Furka Zoltán  | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola, Szeged             | Szkalisits András  |

## Szakközépiskola III. osztály

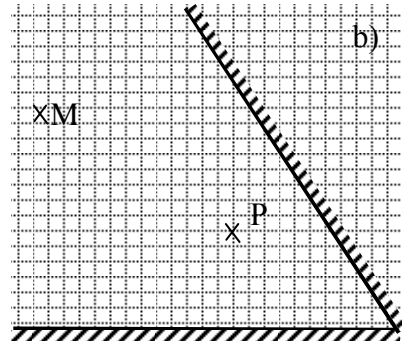
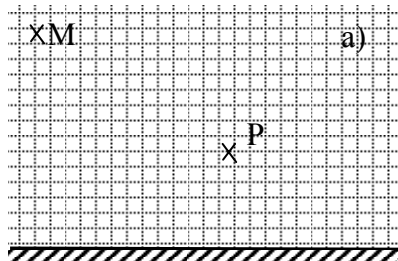
| Helyezés | Név              | Iskola                                         | Szaktanár          |
|----------|------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Boros Béla       | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged | Dr. Kiricsi Imréné |
| 2.       | Dorcsinecz Gábor | 611. sz. Ipari Szakközépiskola, Békéscsaba     | Pocsai János       |
| 3.       | Rinyu László     | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola, Szeged      | Szabó Dezsőné      |
| 4-5.     | Domokos Tibor    | 611. sz. Ipari Szakközépiskola, Békéscsaba     | Pocsai János       |
| 4-5.     | Mészáros Ákos    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged          | Tóth Péterné       |
| 6.       | Gyeszt Zoltán    | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged | Dr. Kiricsi Imréné |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név               | Iskola                                                | Szaktanár        |
|----------|-------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Rigó György       | Bebrits L. Szakközépiskola, Szeged                    | Kovács Sándorné  |
| 2.       | Bagyinszki Róbert | Széchenyi I. Közgazdasági Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Kókai László |
| 3.       | Szabados Róbert   | Bebrits L. Szakközépiskola, Szeged                    | Kovács Sándorné  |
| 4.       | Csikós Péter      | Pollák A. Műszaki Szakközépiskola, Szentes            | Gulyás László    |
| 5-6.     | Ördögh István     | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Borús Ferenc     |
| 5-6.     | Tóth Zoltán       | Pollák A. Műszaki Szakközépiskola, Szentes            | Gulyás László    |

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
**1993**

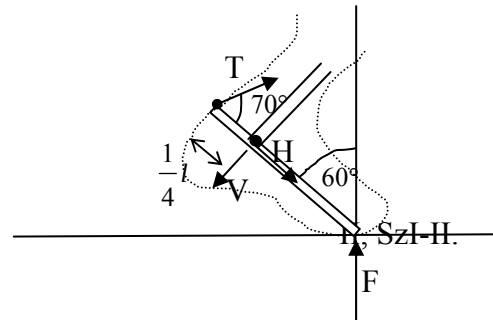
1. Síktükör előtt a  $P$  pontszerű fényforrás és az  $M$  megfigyelő helyezkedik el. A mellékelt a) vázlatba rajzolja be, hogy milyen úton juthat a fény  $P$ -ből az  $M$  megfigyelő szemébe! Elhelyezünk még egy tükört az előző mellé, úgy hogy azzal  $60^\circ$ -os szöget zárjon be. A b) vázlatba rajzolja be, hogy most milyen utakon juthat a fény a megfigyelő szemébe! I.



2. 1 kg  $0^\circ\text{C}$ -os jeget és 4 kg  $25^\circ\text{C}$ -os vizet összekeverünk. Végül a közös hőmérsékletük  $4^\circ\text{C}$  lett. Történt-e hőcsere a környezettel, és ha igen mekkora? A víz-jég rendszer belső energiája mennyivel változott meg?  $L_o = 333,7 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$ ,  $c_{\text{víz}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ ,  $\rho_{\text{jég}} = 920 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{25^\circ\text{C}} = 997 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{4^\circ\text{C}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$  I, II, III. SzI-II

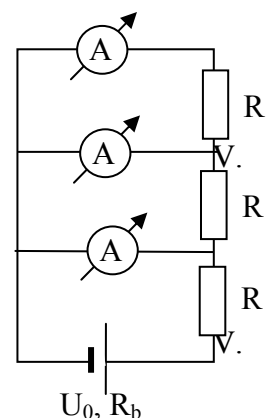
3. 5 g gáz térfogata  $11^\circ\text{C}$ -on 4 liter. Milyen hőmérsékletre melegítették ezt a gázt állandó nyomáson, ha sűrűsége  $1 \text{ kg/m}^3$ -ra változott? A melegítés közben a gáz  $105 \text{ J}$  munkát végzett. Milyen gáz lehet a tartályban? A melegítéshez mennyi hőt kellett befektetni? Hogyan lehetne ezt a kísérletet elvégezni? I, IV. SzI-IV.

4. Ha az ember lábujjhegyen áll, a bokájára és az Achilles-ínre ható erőket az ábra szerint egyszerűsítve modellezhetjük. Határozzuk meg ezen erőket a talaj által kifejtett  $F$  erő függvényében! Mekkora ezek az erők, ha az illető  $a$  gyorsulással futásnak indul, egyformán terhelve mindkét lábát? Legyen  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , az ember tömege  $80 \text{ kg}$ .



5. Egy fölfelé tartott függőleges helyzetű, vizes, kinyitott esernyőt a nyele, mint függőleges tengely körül egyenletesen forgatunk. Az esernyő 44 másodperc alatt 21 fordulatot tesz meg. Az ernyő  $1 \text{ m}$  átmérőjű kör alakú széle  $1,5 \text{ m}$  magasan van a föld felett. Hova esnek a vízcseppek az esernyő széléről?

6. Az ábrán látható kapcsolás egyforma ellenállásokat és egyforma ampermérőket tartalmaz. A telep feszültsége  $4,5 \text{ V}$ , belső ellenállása  $2 \Omega$ . Ha a felső ampermérő  $1 \text{ mA}$ -t, a középső  $4 \text{ mA}$ -t mutat, mennyit mutat az alsó ampermérő? Mekkora az  $R$  ellenállás?

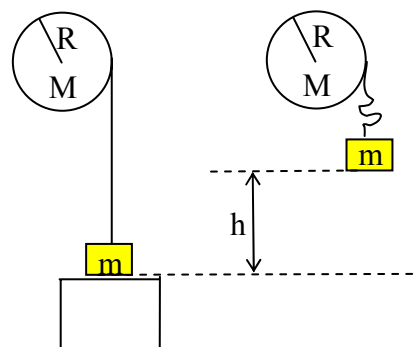


7.  $M$  tömegű  $R$  sugarú korongra csévélte fonalra  $m$  tömegű test van erősítve az ábra szerint. A testet alátámasztjuk úgy, hogy a fonal ki van húzva, de éppen nincs benne feszültség. Ezután a testet óvatosan  $h$  magasságba emeljük és az alátámasztást elvesszük.

a) Határozzuk meg a henger  $\omega_0$  szögsebességét, a test  $v_0$  sebességét és a rendszer  $E_0$  mozgási energiáját a fonal megfeszülése előtti pillanatban!

b) Határozzuk meg a megfelelő  $\omega_1$ ,  $v_1$ ,  $E_1$  mennyiségeket közvetlenül a fonal megfeszülése után!

c) Határozzuk meg a megfelelő  $\omega_2$ ,  $v_2$ ,  $E_2$  mennyiségeket a fonal megfeszülése után  $t$  idő múlva! (Adatok:  $M = 2 \text{ kg}$ ,  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $R = 0,2 \text{ m}$ ,  $h = 0,8 \text{ m}$ ,  $t = 1,2 \text{ s}$ ) III, IV, SzI-IV



8. Egy izzólámpa  $1 \text{ H}$  induktivitású tekercssel sorosan  $50 \text{ Hz}$ -es váltakozó feszültségre van kapcsolva. A lámpával párhuzamosan ismeretlen kapacitású kondenzátort kötöttek be, és azt tapasztalták, hogy a lámpa ugyanolyan fényesen világít, mint kondenzátor nélkül. Mekkora a kondenzátor kapacitása? IV, SzIII-IV.

- 
- A gimnazistáknak minden évfolyamon a megfelelő római számmal megjelölt 3 feladatot kell megoldaniuk.
  - A szakközépiskolások feladatait Sz betű és az évfolyam jelzi. A kijelölt 5-5 feladatból tetszés szerinti számút lehet megoldani.
  - Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.
  - A feladatok megoldását önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyvek, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 3 óra.
  - Minden feladatot külön lapon oldjon meg! ! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, minden papírját adja be!

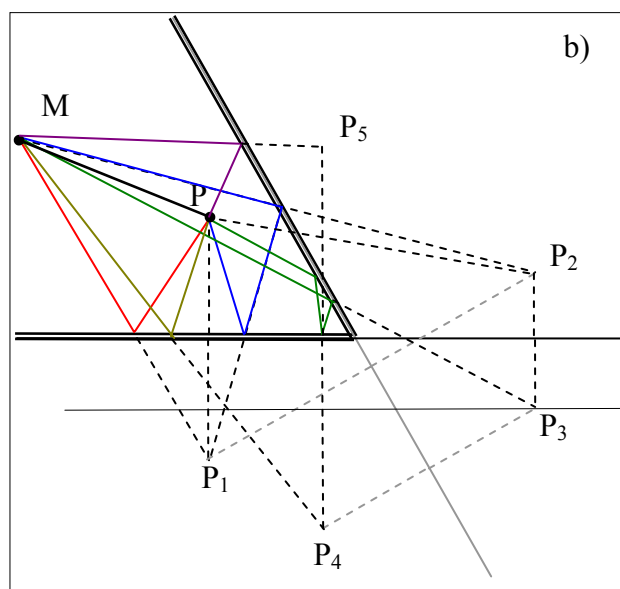
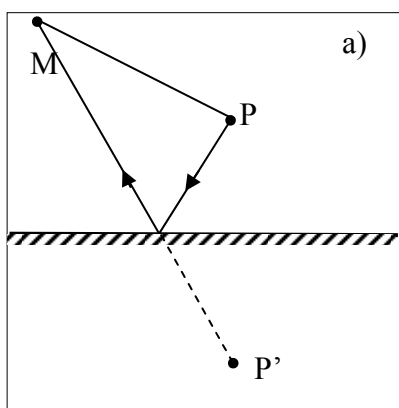
**1993****MEGOLDÁSOK**

1.

A feladat megoldásakor fel kell használni, hogy a visszaverődő fény beesési merőlegessel bezárt szöge egyenlő a beesési szöggel. Továbbá azt, hogy a megfigyelő a képet úgy tekinti, mintha az a szemébe érkező fénysugár irányában lenne. Egy síktükör esetén egy látszólagos kép keletkezik a tükör mögött, úgy hogy a tárgy és képtávolság egyenlő nagyságú.

Több tükör esetén az első által létrehozott képről a másik tükör újabb képet készíthet. A szerkesztés pontos elvégzése után látható, hogy itt pontosan öt különböző kép keletkezik.

Arról se feledkezzünk meg, hogy  $P$ -ből közvetlenül a tükrökről való reflexió nélkül is jut fény a megfigyelőhöz.



2.

Adatok:  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $t_j = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_v = 25^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 4^\circ\text{C}$

A jég hőt vesz fel, amíg felolvad és  $4^\circ\text{C}$ -ra melegszik. A víz hőt ad le, amíg lehül. A hőmennyiség különbsége a környezettől felvett hő:

$$Q_k = L_0 m + mc_v (t_k - t_j) - 4m c_v (t_v - t_k) = -700 \text{ J (azaz hőleadás történt.)}$$

A környezet a térfogat változása miatt munkát végez:  $W_k = -p\Delta V = 10 \text{ J}$ .

A belső energia változása:  $\Delta E = -700 \text{ J} + 10 \text{ J} = -690 \text{ J}$ .

3.

Adatok:  $m = 5 \text{ g}$ ,  $V_1 = 4 \text{ liter}$ ,  $T_1 = 284 \text{ K}$ ,  $p = \text{állandó}$ ,  $\rho_2 = 1 \text{ kg/m}^3$ ,  $W_g = 105 \text{ J}$ ,

Az állapotegyenlet alapján:

$$pV = \frac{m}{M} N_A k T, \quad \rho = \frac{pM}{N_A k T}, \quad \rho_1 = \frac{m}{V_1} = 1,25 \text{ kg/m}^3, \quad T_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} T_1 = \underline{\underline{355 \text{ K}}}.$$

A gáz által állandó nyomáson végzett munkából kapjuk:

$$W_g = p(V_2 - V_1), \quad p = \frac{W_g}{V_2 - V_1} = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

A sűrűsége nyert összefüggésből a moláris tömeg kiszámítható:  $M = 28 \text{ g}$ . A gáz tehát nitrogén vagy szénmonoxid. A gáz által felvett hő:

$$Q = W_g + \Delta E = p(V_2 - V_1) + \frac{5}{2} N k (T_2 - T_1) = \frac{7}{2} p(V_2 - V_1) = \underline{\underline{367,5 \text{ J}}}.$$

4.

a) Írjuk fel a lábra ható erők egyensúlyát:

$$H + T \cos 70^\circ = F \cos 60^\circ \quad (1)$$

$$F \sin 60^\circ + T \sin 70^\circ = V \quad (2)$$

és az O pontra vonatkozó forgatónyomatékok egyensúlyát:

$$\frac{3}{4} L V = L T \sin 70^\circ \quad (3)$$

$$\text{Kapjuk, hogy } T = \frac{3F \sin 60^\circ}{\sin 70^\circ} = 2,76F, \quad V = 4F \sin 60^\circ = 3,46F,$$

$$H = F \cos 60^\circ - T \cos 70^\circ = -0,45F.$$

$$\text{b) Adatok: } a = 2 \text{ m/s}^2, m = 80 \text{ kg}, F = \frac{mg}{2} = 400 \text{ N}.$$

A tapadási súrlódás biztosítja, hogy a futó az adott gyorsulással el tud indulni:  $ma = 2S$  (két lába van), innen a tapadási súrlódási erő:  $S = 80 \text{ N}$ .

Az a) ponthoz hasonlóan felírhatjuk az ábra szerinti erők és forgatónyomatékok egyensúlyát:

$$H + T \cos 70^\circ + S \sin 60^\circ = F \cos 60^\circ \quad (1')$$

$$F \sin 60^\circ + T \sin 70^\circ + S \cos 60^\circ = V \quad (2')$$

$$\frac{3}{4} L V = L T \sin 70^\circ \quad (3')$$

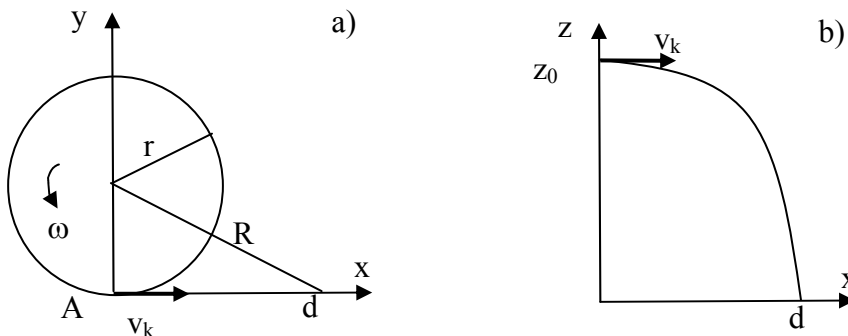
Ezeket az egyenleteket megoldva:

$$T = \frac{3}{\sin 70^\circ} (F \sin 60^\circ + S \cos 60^\circ) = \underline{1234 \text{ N}}, \quad V = 4(F \sin 60^\circ + S \cos 60^\circ) = \underline{1546 \text{ N}}.$$

$$H = F \cos 60^\circ - S \sin 60^\circ - T \cos 70^\circ = \underline{-291 \text{ N}}.$$

5.

$$\text{Adatok: } r = 0,5 \text{ m}, z_0 = 1,5 \text{ m}, n = 21/44 \text{ s}^{-1}$$



Vizsgáljuk annak a lerepülő vízcseppnek a mozgását, amely az a) ábrán felülnézetben lerajzolt esernyőről az A pontban szakad le. Ez az esőcsepp  $v_k$  kerületi sebességgel válik le, és azután a b) ábrán látható módon az  $x$ - $z$  síkban vízszintes hajítást végez.

$$\omega = 2\pi n = 21/22\pi \text{ s}^{-1} = 3 \text{ s}^{-1}, \quad v_k = \omega r = 21/22\pi \cdot 0,5 = 1,5 \text{ m/s}.$$

$$\text{A koordináták az idő függvényében: } x = v_k t, \quad z = z_0 - g/2 t^2.$$

$$\text{Ebből: } t = \sqrt{\frac{2z_0}{g}}, \quad d = v_k t = 0,82 \text{ m}.$$

Ezek az esőcseppek egy  $R$  sugarú körív mentén fognak elhelyezkedni az a) szerint:

$$R^2 = d^2 + r^2, \quad R = \underline{0,96 \text{ m}}.$$

6.

Adatok:  $I_1 = 1 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 4 \text{ mA}$ ,  $U_0 = 4,5 \text{ V}$ ,  $R_b = 2 \Omega$ .Az ampermérők ellenállása legyen  $r$ . Kirchhoff törvényeit alkalmazva az áramkörre:

$$I_1 r + I_1 R - I_2 r = 0 \quad (1)$$

$$I_2 r + I_4 R - I_3 r = 0 \quad (2)$$

$$I_3 r + I_5 R + I_5 R_b = U_0 \quad (3)$$

$$I_4 + I_3 = I_5 \quad (4)$$

$$I_1 + I_2 = I_4 \quad (5)$$

Ezek alapján:  $R = 3r$ ,  $I_3 = 19 \text{ mA}$ , (4)-ből  $r = 48,9 \Omega$ ,  $R = 146,8 \Omega$ .

7.

Adatok:  $M = 2 \text{ kg}$ ,  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $R = 0,2 \text{ m}$ ,  $h = 0,8 \text{ m}$ ,  $t = 1,2 \text{ s}$ ,  $\theta = 0,5MR^2$ .

a) A fonal megfeszülése előtti pillanatban:

$$\omega_0 = 0, v_0 = \sqrt{2gh} = 4 \text{ m/s}, E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh = 8 \text{ J}.$$

b) A fonal megfeszülése pillanatában a rendszer perdülete állandó, ezért

$$mRv_0 = mRv_1 + \theta\omega_1, \text{ és } v_1 = R\omega_1. \text{ Innen}$$

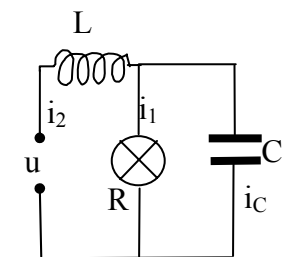
$$\omega_1 = \frac{v_0}{R(1 + \frac{M}{2m})} = 10 \text{ s}^{-1}, v_1 = 2 \text{ m/s}, E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}\theta\omega_1^2 = 4 \text{ J}.$$

c)  $t$  idő múlva a mozgásegyenletek:  $\theta\beta = KR$ ,  $ma = mg - K$ ,  $a = \beta R$ .

$$\text{Innen } a = \frac{g}{1 + \frac{M}{2m}} = 5 \text{ m/s}^2, v_2 = v_1 + at = 8 \text{ m/s}, \omega_2 = \omega_1 + \beta t = 40 \text{ 1/s},$$

$$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}\theta\omega_2^2 = 64 \text{ J}.$$

8.

Az első kapcsolás szerint:  $Z_1^2 = (L\omega)^2 + R^2$ ,  $i_1 = \frac{u}{Z_1}$ ,  $u_R = Ri_1$ .A második kapcsolás esetén az izzón (az ohmos ellenálláson) a feszültség ugyancsak  $u_R$ , ami a párhuzamosan kapcsolt kondenzátor feszültségével fázisban is megegyezik:

$$Ri_1 = \frac{1}{C\omega} i_C. \text{ A kondenzátor } i_C = RC\omega i_1 \text{ árama } u_C\text{-hez képest}$$

$90^\circ$ -kal siet. A főágban folyó  $i_2$  áram megszerkeszthető, ehhez képest  $u_L$   $90^\circ$ -kal siet. Az eredő feszültség megszerkesztése után a feszültségekre vonatkozó háromszögre felírva a koszinusz tételt:

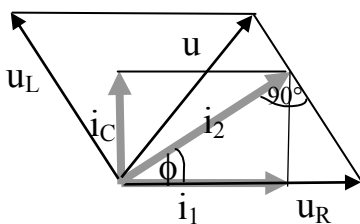
$$u^2 = u_L^2 + u_R^2 - 2 u_L u_R \cos(90^\circ - \phi),$$

és alkalmazva ezeket a további összefüggéseket

$$\cos(90^\circ - \phi) = \sin \phi = \frac{i_C}{i_2},$$

$$i_2^2 = i_1^2 + i_C^2 = i_1^2 [1 + (RC\omega)^2], \quad u_L = i_2 L \omega, \text{ kapjuk hogy}$$

$$C = \frac{2}{L\omega^2} = \underline{20,3 \mu\text{F}}.$$





*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny***1993****EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                             | Szaktanár       |
|----------|----------------|------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Kurucz Zoltán  | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor    |
| 2.       | Gyukics Mihály | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor    |
| 3.       | Duzmath Csaba  | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Martinusz János |
| 4.       | Szarvas Gábor  | József A. Gimnázium, Makó          | Trauer János    |
| 5.       | Makra Péter    | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Dr. Mező Tamás  |
| 6.       | Török Attila   | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István    |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                             | Szaktanár               |
|----------|----------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Sonkoly Enikő  | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Ábrahám Gábor           |
| 2.       | Papp Endre     | Csonka J. Gimnázium, Szeged        | Horváth Balázs          |
| 3.       | Nagy Ferenc    | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Juhászné Mészáros Márta |
| 4.       | Csécsei István | Verseghy F. Gimnázium Szolnok      | Veres Dénes             |
| 5.       | Kis Anita      | Petőfi S. Gimnázium, Mezőberény    | Bálintné Belics Éva     |
| 6.       | Soós István    | Táncsics M. Gimnázium, Orosháza    | Nagy Pál                |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                    | Szaktanár        |
|----------|-----------------|-------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Árgyelán Miklós | Rózsa F. Gimnázium, Békéscsaba            | Dr. Simon Imréné |
| 2-3.     | Pető Csaba      | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor   |
| 2-3.     | Insperger Tamás | Bethlen G. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor   |
| 4.       | Lukács István   | Ady E. Kísérleti Középiskola, Sarkad      | Lukács Istvánné  |
| 5.       | Gábor András    | József A. Gimnázium, Makó                 | Trauer János     |
| 6.       | Dombi Péter     | Deák F. Gimnázium, Szeged                 | Kovács József    |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                             | Szaktanár                |
|----------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1.       | Berkó Levente   | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Vincze István            |
| 2.       | Jagos András    | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok     | Sebestyén István         |
| 3.       | Dani Győző      | Táncsics M. Gimnázium, Orosháza    | Pribékné Pataki Judit    |
| 4.       | Mészáros Attila | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Dr. Kovács László        |
| 5.       | Szabó Árpád     | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor, Nagy Tibor |
| 6.       | Rácz Attila     | Deák F. Gimnázium, Szeged          | Kovács József            |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név               | Iskola                                         | Szaktanár              |
|----------|-------------------|------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Pál Margit Mónika | Vásárhelyi P. Szakközépiskola, Békéscsaba      | Dr. Vécsey Lászlóné    |
| 2.       | Szabadi Péter     | Energetikai Szakközépiskola, Paks              | Csajági Sándor         |
| 3-4.     | Márki Miklós      | Honvéd Műszaki Szakközépiskola, Békéscsaba     | Berkiné Huszka Cecília |
| 3-4.     | Eke Péter         | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged | Dr. Török Miklósné     |
| 5.       | Szegedi Péter     | Gépészeti Szakközépiskola, Békéscsaba          | Halmosi Mártonné       |
| 6.       | Hegedüs Csaba     | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged | Dr. Török Miklósné     |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                         | Szaktanár              |
|----------|------------------|------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Kovács Krisztián | Kemény G. Műszaki Szakközépiskola, Békéscsaba  | Mekis László           |
| 2.       | Kovács Kornél    | Kőrösy J. Közgazdasági Szakközépiskola, Szeged | Dr. Török Miklósné     |
| 3.       | Majoros Csaba    | Energetikai Szakközépiskola, Paks              | Torma Béla             |
| 4.       | Rácz Zsolt       | Déri M. Ipari Szakközépiskola Szeged           | Varjasiné Balla Edit   |
| 5.       | Imre Péter       | Kossuth Zs. Szakközépiskola, Hódmezővásárhely  | Domonkosné Balogh Irén |
| 6.       | Kiss Zsolt       | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola, Szeged      | Szkalisits András      |

## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                     | Szaktanár         |
|----------|----------------|--------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Korpos Tibor   | Energetikai Szakközépiskola, Paks          | Csajági Sándor    |
| 2.       | Csorba Zoltán  | Széchenyi I. Szakközépiskola, Békéscsaba   | Dr. Szabó János   |
| 3.       | Csányi Sándor  | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged      | Horváth László    |
| 4.       | Kovács László  | Gépészeti Szakközépiskola, Békéscsaba      | Halmosi Mártonné  |
| 5.       | Majoros Viktor | Pollák A. Műszaki Szakközépiskola, Szentes | Majoros Viktor    |
| 6.       | Lajtos János   | Kiss F. Erdészeti Szakközépiskola, Szeged  | Szkalisits András |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                     | Szaktanár              |
|----------|------------------|--------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Somogyi Gábor    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged      | Tóth Péterné           |
| 2.       | Szenes László    | Energetikai Szakközépiskola, Paks          | Törich Pál, Torma Béla |
| 3.       | Dorcsinecz Gábor | 611. sz. Ipari Szakközépiskola, Békéscsaba | Horváth László         |
| 4.       | Gaszó János      | Vásárhelyi P. Szakközépiskola, Békéscsaba  | Vécsei Lászlóné        |
| 5.       | Markó Csaba      | Csonka J. Szakközépiskola, Szeged          | Ványa István           |
| 6.       | Domonkos Tibor   | 611. sz. Szakközépiskola, Békéscsaba       | Pocsai János           |

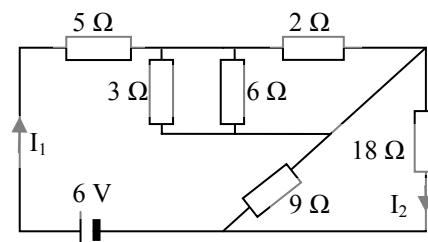
## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

1994

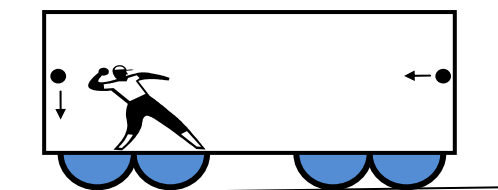
|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| A gimnazisták feladatai:        | A szakközépiskolások feladatai:     |
| I. osztály: 1, 2, 3. feladat    | I. osztály: 1, 2, 3, 4. feladat     |
| II. osztály: 3, 7, 9. feladat   | II. osztály: 3, 4, 5, 6. feladat    |
| III. osztály: 5, 8, 10. feladat | III. osztály: 5, 6, 10, 11. feladat |
| IV. osztály: 6, 11, 12. feladat | IV. osztály: 3, 5, 10, 11. feladat  |

A szakközépiskolások a kijelölt feladatokból hármat választhatnak. Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldását önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztáznia, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

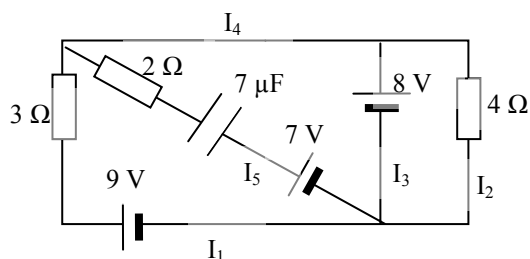
- Az 1346 m hosszú bob pályán az egyik számban a győztes ideje 51,11 s, és közvetlenül a beérkezés előtt sebessége 127,8 km/h volt. Mekkora az átlagsebessége? Ha a bob versenyen is együtt indulnának a versenyzők, mint pl. a síkfutásnál (ami persze lehetetlen), akkor a célba éréskor kellene-e célfotót használni? Az egymás utáni helyezettek között legalább 0,02 s különbség van a futásidőben. Becsülje meg a pályán a rajt és a cél magasságának különbségét! Írja le, hogy a becslésnél mit vett figyelembe és mit hanyagolt el!
- Egy téli napon  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os 0 % nedvességtartalmú levegőt lélegzünk be, óránként 0,45 kg-ot. A testünkben a levegő állandó nyomáson felmelegszik és nedves lesz, így  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os és 100 % páratartalmú levegőt lélegzünk ki.  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 1 kg 100 % páratartalmú levegő 0,041 kg vízgőzt tartalmaz. Mennyi energiát adtunk a légcseré miatt a környezetünknek, ha 2 óráig voltunk a szabadban? Közben 3 dl  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os teát iszunk. Mennyi cukrot tegyünk bele, hogy pótolja az energiavesztésünket? ( $c_p = 997\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ; a víz párolgáshője  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $L_p = 2417\text{ kJ/kg}$ ; a cukor energiatartalma  $17\text{ kJ/g}$ , a víz fajhője  $4,2\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ )
- Van, két vékony csővel összekötött tartályunk. Az A tartály térfogata háromszor akkora, mint a B tartályé. Az edényekben, kezdetben  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű,  $10^5\text{ Pa}$  nyomású levegő van. Ezután A-t  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük, és ezen a hőmérsékleten tartjuk, míg B hőmérséklete változatlanul  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hány százalékkal változik a tartályokban lévő gáz tömege, és mekkora lesz az edényekben a nyomás?
- Határozzuk meg az ábrán látható kapcsolásban az eredő ellenállást, és az  $I_1$  és  $I_2$  áramerősségeket!



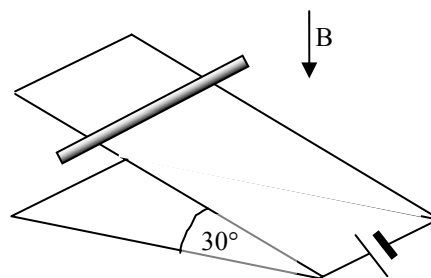
5. Egy  $250 \text{ m}^2$  alapterületű medencében  $6 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  alapterületű téglatest úszik. A víz szintje ekkor  $2 \text{ m}$ -rel alacsonyabb a medence pereménél. Az úszó testre ezután  $50 \text{ tonna}$  terhet rakunk, majd a medencét  $1 \text{ m}$  átmérőjű csövön keresztül színültig töltjük vízzel. Mennyit süllyed az úszó test a terheléskor a parthoz képest? Mennyi vizet kellett a medencébe vezetni? Mennyi ideig tartott a medence feltöltése, ha a csőben  $3 \text{ m/s}$  sebességgel áramlott a víz?
6. Egy hőszigetelt hengeres edénybe  $M$  tömegű  $0^\circ\text{C}$ -os jeget helyeztek és úgy a fenékhez szorították, hogy olvadás közben sem tud felemelkedni. Azután ráöntöttek a jégre ugyancsak  $M$  tömegű vizet, úgyhogy a víz teljesen ellepte a jeget és kezdetben  $20 \text{ cm}$  magasan állt az edényben. Határozzuk meg, milyen volt a ráöntött víz hőmérséklete, ha a hőegyensúly beálltáig a víz szintje  $0,4 \text{ cm}$ -rel süllyedt. A víz sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ , a jégé  $920 \text{ kg/m}^3$ , a víz fajhője  $4,2 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ , a jég olvadáshője  $330 \text{ kJ/kg}$ .
7. Egy  $30^\circ$ -os lejtőn gyerekek szánkóznak. A  $40 \text{ kg}$ -os Pistikének éppen csak hogy sikerül felhúznia a szánkón ülő kistestvérét, pedig a pálya igen jól csúszik. A szánkó a kistestvérel együtt  $20 \text{ kg}$  tömegű, és a húzókötel a lejtő síkjával  $15^\circ$ -os szöget zár be. Mekkora a tapadási együttható, ha a súrlódási együttható elhanyagolható a szánkó és a lejtő között? Mekkora erővel húzza a szánkót Pisti? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
8. Könnyen guruló dobozszerű kocsi végében áll egy fiú. A fiú és a doboz együttes tömege  $M$ . A fiú  $v_0$  sebességgel eldob egy  $m$  tömegű labdát a szemközti falra, ahonnan az rugalmasan visszapattan, majd az  $L$  hosszúságú kocsi másik végével rugalmatlanul ütközik és leesik. Írjuk le a kocsi mozgását! A kocsi súrlódás nélkül mozoghat. A labda pályájának vízszintestől való eltérését hanyagoljuk el! Adatok:  $M = 50 \text{ kg}$ ,  $m = 2 \text{ kg}$ ,  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ ,  $L = 6 \text{ m}$ .



9. Egy vitorlás vihar idején a  $10 \text{ m}$  mély kikötőben van lehorgonyozva. Szél fúj, ami a hajót közelítőleg vízszintesen nyomja állandó  $7\,000 \text{ N}$  erővel. A horgonykötél  $50 \text{ m}$  hosszú, és feszes. Mekkora a kötélen ébredő erő? Mekkora munkát végez a legénység, ha  $30 \text{ m}$ -t bevon a kötélből? Mennyi most a kötele feszítő erő?
10. Határozzuk meg az ábrán látható kapcsolásban az  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  áramerősségeket és a kondenzátor töltését!



11. Két párhuzamos, elhanyagolható ellenállású vezető sínből lejtőt képezünk. A vezetékek egyik végét  $E$  elektromotoros erejű teleppel összekötjük. A sínekre merőlegesen  $m$  tömegű,  $R$  ellenállású rudat fektetünk. Az egész elrendezés függőlegesen lefelé mutató homogén  $B$  indukciójú mágneses mezőben van. Mekkora a körben folyó áram, ha a rúd nyugalomban van? Mekkora a rúd ellenállása?



- A párhuzamos vezetékek távolsága 60 cm.  $E = 3$  V,  $m = 50$  g,  $B = 0,30$  T. Ha  $B$  értékét 5 %-kal csökkentjük, egy idő után mekkora állandósult sebességgel fog a rúd mozogni? A súrlódás elhanyagolható. ( $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>)
12.  $f$  fókusz távolságú gyűjtőlencse optikai tengelyével párhuzamosan pontszerű fényforrás mozog. Milyen távol van a lencsétől abban a pillanatban, amikor a képe sebességének nagysága egyenlő az ő sebességnagyságával? A fényforrásnak az optikai tengelytől mért távolsága  $f/4$ .

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

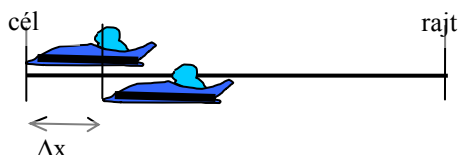
1994

## MEGOLDÁSOK

1.

a) Az átlagsebesség:  $v_{\text{átl}} = \frac{1346 \text{ m}}{51,11 \text{ s}} = \underline{26,34 \text{ m/s.}}$

5 pont



b) Úgy gondolhatjuk, hogy mindkettő közel azonos  $v = 127,8 \text{ km/h} = 35,5 \text{ m/s}$  sebességgel ér célba. Célba éréskor a távolságuk  $\Delta x = v\Delta t = 35,5 \text{ m/s} \cdot 0,02 \text{ s} = 71 \text{ cm}$ . Mivel az utolsó szakaszon a sebességük már nem nagyon változik, ez a távolság viszonylag tartósan megmarad, ezért jól érzékelhető lenne a célba érés sorrendje célfotó nélkül is.

10 pont

c) A célbaéréskor meglévő mozgási energia létrejöttét segíti:

1. induláskor a versenyzők betolják a bobot – munkát végeznek – ez kb. 4-5 s-ig tart. Ezen a szakaszon is erősen lejt apálya.

2. a magasságkülönbség

gátolja:

3. a súrlódási erő. Bár  $\mu$  kicsi, azért különösen a kanyarokban a nagyon nagy nyomóerő miatt ennek az erőnek a munkája is jelentős lehet. Számítani nehéz, elfogadható becslése esetén +5 pont adható.

4. A pálya követése érdekében néha rövid időre fékezniük is kell.

5. a légellenállás hatása is jelentős (akár 20% is lehet)

A leegyszerűsített becslés 2. figyelembevételével:

$$\frac{1}{2} m v_{\text{vég}}^2 \approx mgh \Rightarrow h \approx \frac{v_{\text{vég}}^2}{2g} = \underline{63 \text{ m.}}$$

5 pont

2.

$m_{\text{lev}} = 0,45 \text{ kg}$  óránként,  $t_1 = -30^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 37^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 997 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ,  $L_p = 2417 \text{ kJ/kg}$ .

A 100% páratartalmú levegő összes tömege  $m_{\text{lev}} + m_{\text{víz}}$ , ezért

$(m_{\text{lev}} + m_{\text{víz}}) \cdot 0,041 = m_{\text{víz}}$ , így  $m_{\text{víz}} = 0,0192 \text{ kg}$ .

2 pont

a)  $m_{\text{lev}}$  tömegű levegő állandó nyomáson történő felmelegítéséhez és az  $m_{\text{víz}}$  tömegű vízgőz párologtatásához szükséges hő:

$$Q_1 = m_{\text{lev}} c_p (t_2 - t_1) + L_p m_{\text{víz}} = 76,466 \text{ kJ.}$$

Ha 2 óráig kint vagyunk, a környezetnek átadott hő  $Q = 2Q_1 = \underline{152,93 \text{ kJ.}}$

8 pont

b)  $L_{\text{cukor}} = 17 \text{ kJ/kg}$ ,  $\Delta t = 60^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C} = 23^\circ\text{C}$ ,  $m_{\text{tea}} = 0,3 \text{ kg}$ ,  $c_{\text{víz}} = 4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}$ , a cukor tömege  $m_{\text{cukor}}$ .

Tegyük fel, hogy a cukrot 100% hatásfokkal égetjük. A tea lehűléséből és a cukor elégetéséből származó hő:

$$Q_2 = m_{\text{cukor}} L_{\text{cukor}} + m_{\text{tea}} c_{\text{víz}} \Delta t = Q$$

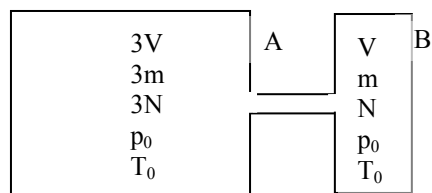
Innen

$$m_{\text{cukor}} = (Q - m_{\text{tea}} c_{\text{víz}} \Delta t) / L_{\text{cukor}} = \underline{7,3 \text{ g.}}$$

8 pont

3.

A kezdeti állapotban a tartályban lévő gáz állapotjelzői az ábráról leolvashatók:



A megváltozott mennyiségek jele az A tartályban:

$p_1, T_1, m_1, N_1$ , illetve a B tartályban:

$p_2, T_2, m_2, N_2$ .

$T_0 = 293 \text{ K}, p_0 = 10^5 \text{ Pa}, T_1 = 373 \text{ K}.$

Állapotegyenletek a kezdő és végállapotra:

$$p_0 V = N k T_0, \quad p_1 V = N_2 k T_0, \quad p_1 3V = N_1 k T_1$$

5 pont

Az utolsó két egyenletből:  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{3T_0}{T_1} = 2,357.$

Az összrészecske szám nem változik:  $4N = N_1 + N_2 = 3,357N_2$ , ebből

$$N_2 = 1,192N, \quad N_1 = 2,808N$$

Az A tartályban a gáz tömegének változása:  $\frac{m_1 - 3m}{3m} = \frac{N_1 - 3N}{3N} = \underline{\underline{-6,4\%}}$ , a tömeg csökken,

A B tartályban a gáz tömegének változása:  $\frac{m_2 - m}{m} = \frac{N_2 - N}{N} = \underline{\underline{19,2\%}}$ , a tömeg nő.

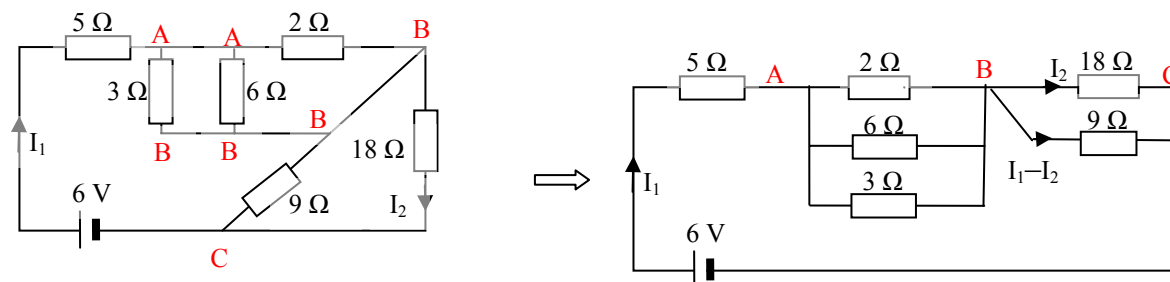
10 pont

A végállapotban a közös nyomás a B tartályra felírt állapotegyenletből:

$$p_1 = \frac{N_2}{N} p_0 = \underline{\underline{1,92 \cdot 10^5 \text{ Pa}}}. \quad 5 \text{ pont}$$

4.

A kapcsolási rajzot ábrázolhatjuk a szokásos formába, felhasználva, hogy bizonyos pontok azonos potenciálon vannak:



Az ábra alapján  $R_e = 5 \Omega +$

$$\frac{1}{\frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{2\Omega}} + \frac{1}{\frac{1}{9\Omega} + \frac{1}{18\Omega}} = \underline{\underline{12 \Omega}}. \quad 10 \text{ pont}$$

$$U = R_e I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R_e} = \underline{\underline{0,5 \text{ A}}}. \quad 5 \text{ pont}$$

A huroktörvényt felírva a két ellenállásból álló hurokra:

$$I_2 \cdot 18 \Omega - (I_1 - I_2) \cdot 9 \Omega = 0, \text{ ebből } I_2 = \frac{1}{6} \Omega = \underline{\underline{0,167 \text{ A}}}. \quad 5 \text{ pont}$$

5. Tegyük fel, hogy az úszó test az 50 tonna ráarakása után sem süllyed el.

a) 50 tonna teher 50 tonnányi vizet szorít ki, ez  $V_t = 50 \text{ m}^3$  víz kiszorítását jelenti.

$$A = 250 \text{ m}^2, A_{\text{test}} = 60 \text{ m}^2, A_{\text{maradék}} = 190 \text{ m}^2.$$

A medence vizéhez képest a test  $h$  távolságot süllyedt, akkor  $h \cdot A_{\text{test}} = 50 \text{ m}^3$ .  $h = \underline{\underline{0,83 \text{ m}}}$ .

5 pont

De a test süllyedésekor a víz emelkedik, ezért  $h_1 \cdot A_{\text{test}} = (h - h_1) A_{\text{maradék}}$ , ahol  $h_1$  a test süllyedése a parthoz képest. Ebből  $h_1 = \underline{0,63 \text{ m}}$  5 pont

b) A medence vízszintje  $h - h_1 = 0,2 \text{ m}$ -rel emelkedett, így  $d = 1,8 \text{ m}$  magasságot kell megtölteni, tehát  $V = Ad = \underline{450 \text{ m}^3}$  vizet kell még a medencébe tölteni. 5 pont

c) Az  $1 \text{ m}$  átmérőjű cső területe  $F = r^2 \pi = 0,785 \text{ m}^2$ . Ha  $t$  ideig áramlik a víz  $v = 3 \text{ m/s}$  sebességgel, akkor  $V = F v t$ . Ebből  $t = \frac{V}{Fv} = \underline{191 \text{ s}}$  kell a medence feltöltéséhez. 5 pont

6.

$H = 20 \text{ cm}$ ,  $b = 0,4 \text{ cm}$ ,  $\rho_v = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_j = 920 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $L = 330 \text{ kJ/kg}$ , az edény keresztmetszete  $A$ , az elolvadt jég tömege  $\Delta M$ .

a) A végállapot  $0^\circ \text{C}$ -os víz és jég keveréke lesz. 5 pont

b) A víz és jég közötti hőcseréből a víz eredeti  $t$  hőmérséklete meghatározható:

$$M c t = \Delta M L \quad 5 \text{ pont}$$

A víz és jég együttes térfogata 
$$H A = \frac{M}{\rho_v} + \frac{M}{\rho_j}.$$

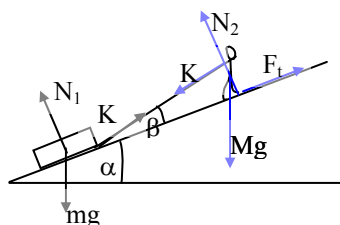
A vízszint azért süllyed, mert a jég nagyobb térfogatot tölt ki jég állapotban:

$$b A = \frac{\Delta M}{\rho_v} - \frac{M}{\rho_j}. \text{ Ennek alapján}$$

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{b}{H} \frac{\rho_v + \rho_j}{\rho_v - \rho_j}, \text{ és } t = \frac{L b}{c H} \frac{\rho_v + \rho_j}{\rho_v - \rho_j} = \underline{37,71^\circ \text{C}}$$

10 pont

7.



A szánkóra a mozgásegyenlet komponensei:

$$N_1 + K \sin \beta - mg \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

$$K \cos \beta - mg \sin \alpha = ma \quad (2)$$

Pisti mozgásegyenletei:

$$N_2 - K \sin \beta - Mg \cos \alpha = 0 \quad (3)$$

Mivel  $a = 0$ , ezért (2) alapján  $K = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \beta} = \underline{103,5 \text{ N}}$ . 8 pont

(3)-ból  $N_2 = mg \sin \alpha \cdot \tan \beta + Mg \cos \alpha$ ,

(4)-ből  $F_t = mg \sin \alpha + Mg \sin \alpha = (m+M)g \sin \alpha$

$$\mu_0 \geq \frac{F_t}{N_2} = \frac{(m+M)g \sin \alpha}{mg \sin \alpha \cdot \tan \beta + Mg \cos \alpha} = \frac{m+M}{m \tan \beta + M \cot \alpha} = \underline{0,8}. \quad 12 \text{ pont}$$

8.

Adatok:  $M = 50 \text{ kg}$ ,  $m = 2 \text{ kg}$ ,  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ ,  $L = 6 \text{ m}$

Mivel a rendszer zárt, érvényes a lendület-megmaradás törvénye. A kocsi és a labda eredetileg nyugalomban volt, ezért a rendszer tömegközéppontja végig nyugalomban marad, a rendszer lendülete nulla. 5 pont

a) A labda eldobása után a kocsi sebessége a földhöz képest  $V$ , így

$$MV + mv_0 = 0$$

$$V = -\frac{m}{M} v_0 = \underline{-0,8 \text{ m/s}}.$$



A labda sebessége a kocsihoz képest  $v' = v_0 - V = v_0(1 + \frac{m}{M})$ .

A labda az első fallal  $t_1 = \frac{L}{v_0(1 + \frac{m}{M})} = \underline{0,288 \text{ s}}$  idő múlva ütközik.

Ezalatt a kocsi elmozdulása  $x_1 = V t_1 = -\frac{L \cdot m}{M + m} = \underline{-0,23 \text{ m}}$ . 5 pont

b) Az első fallal való ütközés teljesen rugalmas, érvényes az energia-megmaradás törvénye is. Ha  $v_1$  a labda,  $V_1$  a kocsi ütközés utáni sebessége a földhöz képest:

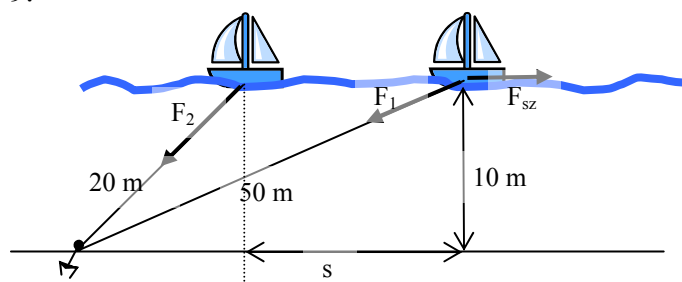
$$MV_1 + mv_1 = 0, \quad \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}MV_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2.$$

Rögtön látszik, hogy a  $v_1 = -v_0$ ,  $V_1 = -V$  megoldás kielégíti az egyenletet. Eszerint a hátsó fallal az indulástól számított  $t_2 = 2t_1 = \frac{2L}{v_0(1 + \frac{m}{M})} = \underline{0,576 \text{ s}}$  idő múlva ütközik. A kocsi a két

ütközés között  $x_2 = -V(t_2 - t_1) = -x_1$  utat tesz meg. 5 pont

c) A hátsó fallal való ütközés utáni sebességek egyenlőek lesznek,  $V_2 = v_2$  és  $MV_2 + mv_2 = 0$ . Innen  $V_2 = 0$ , tehát a kocsi újra nyugalomba kerül, pontosan az eredeti helyzetben. A kocsi összesen  $t_2 = \underline{0,576 \text{ s}}$  ideig volt mozgásban. 5 pont

9.



A hajó elmozdulása  $s = \sqrt{50^2 - 10^2} - \sqrt{20^2 - 10^2} = 31,67 \text{ m}$

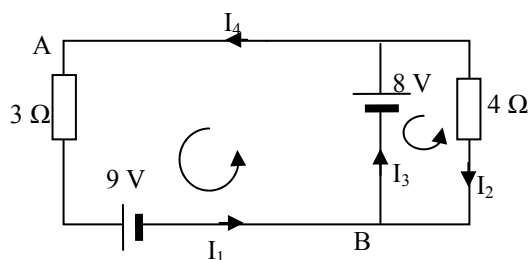
A legénység a szél ellenében végez munkát:  $W = F_{sz} \cdot s = \underline{221,7 \text{ kJ}}$ . 10 pont

Az  $F_1$  és  $F_2$  erők vízszintes komponense tart egyensúlyt a szél erejével.

Hasonló háromszögekből:  $\frac{F_1}{F_{sz}} = \frac{50}{\sqrt{50^2 - 10^2}}$ , ebből  $\underline{F_1 = 7144 \text{ N}}$ . 5 pont

$\frac{F_2}{F_{sz}} = \frac{20}{\sqrt{20^2 - 10^2}}$ , ebből  $\underline{F_2 = 8083 \text{ N}}$ .

10.



Ha beállt az időben állandó áramerősség állapot, azaz feltöltődött a kondenzátor, akkor  $I_5 = 0$ . Így ezt az ágot a rajzból le is hagyhatjuk, az áramkör többi részére nincs hatással. 5 pont  
Az átalakított kapcsolásban a két hurokra felírva Kirchhoff törvényét kapjuk, hogy

$I_1 \cdot 3 \Omega = -9 \text{ V} + 8 \text{ V}$ , ebből  $I_1 = \underline{-0,33 \text{ A}}$  2 pont

$$-I_2 \cdot 4 \Omega = -8 \text{ V}, \quad \text{ebből} \quad I_2 = \underline{2 \text{ A}} \quad 2 \text{ pont}$$

$$B \text{ pontra felírva a csomóponti törvényt: } I_3 = I_1 + I_2 = \underline{1,67 \text{ A}}. \quad 2 \text{ pont}$$

$$I_4 = I_1 = \underline{-0,33 \text{ A}}. \quad 2 \text{ pont}$$

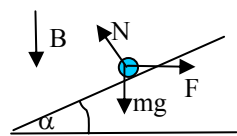
$$U_{AB} = 9 \text{ V} - 0,33 \text{ A} \cdot 3 \Omega = \underline{8 \text{ V}}.$$

Az elhagyott ágnál:

$$U_C + 7 \text{ V} = 8 \text{ V}, \quad \text{ebből} \quad U_C = 1 \text{ V}$$

$$Q = U_C \cdot C = 7 \mu\text{C}. \quad 4 \text{ pont}$$

11.



A Lorentz erő  $F = BIl$ .

esetén:

$$N - F \sin \alpha - mg \sin \alpha = 0$$

$$F \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0, \quad \text{ebből} \quad F = mg \tan \alpha$$

$$\text{Beírva, hogy } F = BIl, \text{ kapjuk } I = \frac{mg \tan \alpha}{Bl} = \underline{2,05 \text{ A}}. \quad 8 \text{ pont}$$

$$R = \frac{E}{I} = \underline{1,46 \Omega} \quad 2 \text{ pont}$$

Ha a rúd  $v$  sebességgel mozog lefelé indukált feszültség keletkezik a rúdban:  $U_i = B'lv \cos \alpha$ .

Az áramnak növekednie kell, hogy a Lorentz erő nőjön és így Lenz törvénye szerint

$$\text{akadályozza a rúd mozgását: } I' = \frac{E + U_i}{R}. \quad 5 \text{ pont}$$

Az egyenletes mozgás miatt az egyensúlyi egyenletek most is fennállnak, csak írjunk  $F$

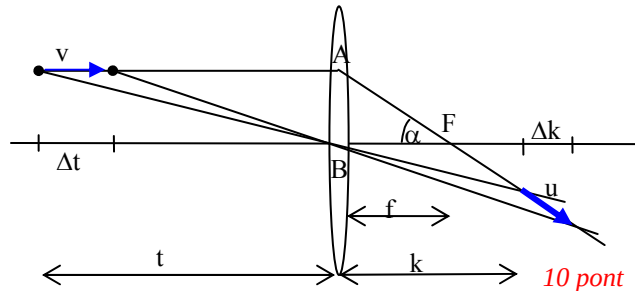
$$\text{helyébe } F' = I'B'l \text{ erőt: } F' \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0. \text{ Ebből } F = F', \text{ azaz } I'B' = \frac{IB}{B'}$$

$$E + U_i = I'R$$

$$E + B'lv \cos \alpha = \frac{IB}{B'} R.$$

$$\text{Kifejezve a sebességet: } v = \frac{\frac{B}{B'} IR - E}{B'l \cos \alpha} = \underline{1,16 \text{ m/s}}. \quad 5 \text{ pont}$$

12.



Egy időpillanatban fennáll, hogy

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f},$$

$$\Delta t \text{ idő múlva: } \frac{1}{t - \Delta t} + \frac{1}{k + \Delta k} = \frac{1}{f}, \text{ tehát}$$

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{t - \Delta t} + \frac{1}{k + \Delta k}$$

$$\frac{1}{t} - \frac{1}{t - \Delta t} = \frac{1}{k + \Delta k} - \frac{1}{k}. \quad \text{Közös nevezőre hozva, és a másodrendűen kicsiny tagokat elhagyva:}$$

$$\frac{\Delta t}{t^2} = \frac{\Delta k}{k^2} \quad (1)$$

Az ábra szerint  $\Delta t = v \Delta \tau$ , és  $\Delta k = u \Delta \tau \cos \alpha$ . Visszahelyettesítve (1)-be:

$$\frac{v\Delta\tau}{t^2} = \frac{u\Delta\tau \cos\alpha}{k^2}. \text{ A feladat szerint } v = u.$$

$$\text{Így } k = t\sqrt{\cos\alpha}, t = f\left(1 + \frac{1}{\sqrt{\cos\alpha}}\right).$$

$$\text{A } \cos\alpha \text{ az } ABF \text{ háromszögből } \cos\alpha = \frac{f}{\sqrt{f^2 + h^2}} = \frac{4}{\sqrt{17}}. \text{ Innen } t = \underline{\underline{2,015f}}. \quad 10 \text{ pont}$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny***1994****EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                         | Szaktanár         |
|----------|----------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Mingesz Róbert | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged             | Dr. Kovács László |
| 2.       | Kiss András    | Erkel F. Gimnázium, Gyula                      | Erdész L-né       |
| 3.       | Mérai László   | Bethlen G. Ref. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor    |
| 3.       | Pintár Áron    | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged             | Dr. Kovács László |
| 4-5.     | Nagy Veronika  | Deák F. Gimnázium, Szeged                      | Kis Gábor         |
| 4-5.     | Miklós Balázs  | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged             | Dr. Kovács László |
| 6.       | Fehér Áron     | Batsányi J. Gimnázium, Szentes                 | Szucsán András    |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név                  | Iskola                             | Szaktanár        |
|----------|----------------------|------------------------------------|------------------|
| 1.       | Makra Péter          | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Dr. Mező Tamás   |
| 1.       | Nagy Jenő Bence      | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Nagy Tibor       |
| 1.       | Gyukics Mihály       | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Nagy Tibor       |
| 2.       | Deák Szabolcs        | Deák F. Gimnázium, Szeged          | Horváth Vera     |
| 2.       | Pályi Balázs         | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István     |
| 3.       | Hartyányi Attila     | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Dr. Mező Tamás   |
| 3.       | Tari Árpád           | Radnóti M. Gimnázium Szeged        | Martinusz József |
| 3.       | Török Attila         | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István     |
| 3.       | Varga Ferenc         | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István     |
| 3.       | Molnár László        | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok     | Pécsi István     |
| 4.       | Horváth Zoltán       | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok     | Pécsi István     |
| 5.       | Kurucz Zoltán        | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Nagy Tibor       |
| 6.       | Sarkadi Szabó Kornél | Horváth M. Gimnázium, Szentes      | Gidófalvi György |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név               | Iskola                                      | Szaktanár                    |
|----------|-------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| 1.       | Nádas Szilveszter | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                 |
| 1.       | Szegedi Kornél    | Varga Katalin Gimn. Szolnok                 | Nagy Tibor                   |
| 2.       | Bánhalmi András   | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                 |
| 3.       | Csécsei István    | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                 |
| 3.       | Losonczi Áron     | Batsányi J. Gimnázium, Szentes              | Szucsán András               |
| 3.       | Janurik Lajos     | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged          | Erdei Imre                   |
| 4.       | Toókos Ferenc     | Horváth M. Gimnázium, Szentes               | Dr. Győri Antal              |
| 5.       | Harman Zoltán     | Varga K. Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor                 |
| 6.       | Kokaveczi János   | Karácsonyi J. Kat. Gimnázium,<br>Békéscsaba | Márki-Zayné, Varga<br>István |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                         | Szaktanár      |
|----------|------------------|------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Juhász Róbert    | Eötvös J. Középiskola, Heves                   | Tófalusi Péter |
| 2.       | Szép János       | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István   |
| 3.       | Pető Csaba       | Bethlen G. Ref. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor |
| 4.       | Szabó Erika      | Radnóti M. Gimnázium Szeged                    | Vincze István  |
| 4.       | Szakáll Gábor    | Radnóti M. Gimnázium Szeged                    | Vincze István  |
| 5.       | Czucz Bálint     | Radnóti M. Gimnázium Szeged                    | Vincze István  |
| 5.       | Krakovszki Árpád | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged             | Erdei Imre     |
| 6.       | Pitrik József    | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged             | Erdei Imre     |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név                | Iskola                                | Szaktanár          |
|----------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Nagy-György Attila | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József     |
| 2.       | Óvári Sándor       | Boros S. Szakközépiskola, Szentes     | Dr. Györi Antal    |
| 3.       | Dobosi Sándor      | Energetikai Szakközépiskola, Paks     | Törich Pál         |
| 4.       | Olasz Attila       | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged |                    |
| 5.       | Lányi Árpád        | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József     |
| 5.       | Császti Péter      | Energetikai Szakközépiskola, Paks     | Árokszállási Tibor |
| 6.       | Doszkocs Péter     | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József     |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                | Szaktanár        |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Rideg Balázs     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 1.       | Zsebők Balázs    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 2.       | Lehotai Gábor    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 2.       | Angeli János     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 3.       | Szabadi Péter    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 4.       | Klampeczki Zsolt | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba | Halmosi Mártonné |
| 4.       | Molnár Zsolt     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 5.       | Lódri Csaba      | Vedres I. Építőipari Szakközépiskola Szeged           | Farkas József    |
| 5.       | Triesz Péter     | Gábor D. Műszaki Szakközépiskola, Szeged              | M                |
| 6.       | Robel István     | Ady E. Szakközépiskola, Nagyvárad                     | Bartos Elek      |
| 6.       | Lóki Gábor       | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 6.       | Papp Gábor       | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |

## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                              | Szaktanár                     |
|----------|------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.       | Kovács Krisztián | Kemény G. Logisztikai és Közlekedési<br>Szakközépiskola, Békéscsaba | Mekis László,<br>Varga István |
| 2.       | Bajor Péter      | Energetikai Szakközépiskola, Paks                                   | Törich Pál                    |
| 3.       | Kovács Miklós    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                               | Horváth József                |
| 4.       | Barkóczy Péter   | Energetikai Szakközépiskola, Paks                                   | Törich Pál                    |
| 5.       | Romhány Gábor    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                               | Horváth József                |
| 6.       | Kutas Gergely    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                               | Horváth József                |
| 6.       | Imre Péter       | Kossuth Zs. Műszaki Szakközépiskola,<br>Hódmezővásárhely            | D. Balogh Irén                |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|----------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Csányi Sándor  | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                          | Horváth László    |
| 1.       | Korpos Tibor   | Energetikai Szakközépiskola, Paks                              | Csajági Sándor    |
| 3.       | Csorba Zoltán  | Széchenyi I. Kéttannyelvű Közg.<br>Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János   |
| 4.       | Dobó Zoltán    | Csonka J. Műszaki Szakközépiskola,<br>Szeged                   | Pusztai Gabriella |
| 5.       | Kondocs László | Vedres I. Építőipari Szakközépiskola<br>Szeged                 | Farkas József     |
| 6.       | Kovács László  | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba          | Halmosi Mártonné  |

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| A gimnazisták feladatai:             | A szakközépiskolások feladatai:    |
| I. osztály: 1, 2, 3. feladat         | I. –II. osztály: 1 - 9. feladat    |
| II. osztály: 2 vagy 6, 7, 8. feladat |                                    |
| III. osztály: 8, 9, 10. feladat      | III. - IV. osztály: 6 -12. feladat |
| IV. osztály: 10, 11, 12. feladat     |                                    |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldását önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztáztatni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

A szakközépiskolások az ajánlott feladatokból választhatnak, í verseny eredményébe a legsikeresebb négy megoldás számít.

A gimnáziumi II. osztályosok választhatnak, hogy a 2. vagy a 6. feladatot oldják meg.

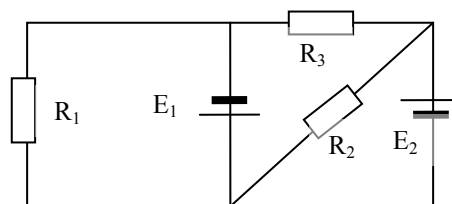
1. A mozdony kerekének sugara  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $1\text{ m}$ . Határozzuk meg, hogy  $100\text{ km}$ -es úton és  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os nyári napon és  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os téli napon mennyivel különbözik a kerék fordulatainak száma! A fémkerek lineáris hőtágulási együtthatója  $0,000012\text{ }1/\text{C}$ .
2. Mekkora  $Q$  hőmennyiséget kell közölni  $0,1\text{ kg}$  neon gázzal, hogy hőmérsékletét  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal emeljük, ha a melegítés során a neon nyomása arányos a térfogatával?
3. A vizet megfelelő körülményekkel egészen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig túl lehet hűteni. Mekkora tömegű jég képződik az ilyen víz  $1\text{ kg}$ -jából, ha jégdarabot dobunk bele és ezzel előidézzük a fagyást? Tekintsük úgy, hogy a túlűtött víz hőkapacitása nem függ a hőmérséklettől és egyenlő a közönséges víz hőkapacitásával.
4. Egy injekciós fecskendőből  $10^{-6}\text{ m}^3$  orvosságot  $3\text{ s}$  alatt a beteg vénájába kell juttatni, ehhez a tű két vége között állandó nyomáskülönbséget kell fenntartanunk. Az egységnyi idő alatt átáramló folyadék  $I$  mennyisége függ a cső alakú tű végei közötti nyomáskülönbségtől, a cső  $L$  hosszától,  $R$  sugarától az alábbiak szerint:

$$I = B(p_2 - p_1) R^4/L$$

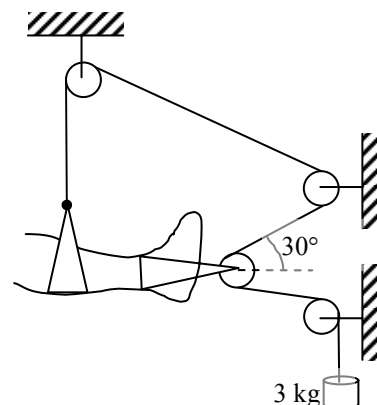
ahol a  $B = 260\text{ }1/(\text{Pa}\cdot\text{s})$  konstans tartalmazza a folyadékra jellemző mennyiséget. A fecskendő keresztmetszete  $8\cdot 10^{-5}\text{ m}^2$ , a  $8\cdot 10^4\text{ m}$  átmérőjű tű  $4\text{ cm}$  hosszú és a vénában a vér túlnyomása  $1900\text{ Pa}$ . Készítsen rajzot! Mekkora erővel kell a fecskendő végét nyomni?

5. Mekkora az ábrán látható kapcsolásban az ellenállásokon és a telepeken keresztül folyó áramok?

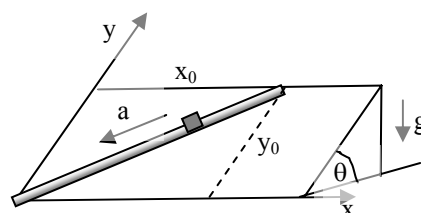
Adatok:  $E_1 = 6\text{ V}$ ,  $E_2 = 3\text{ V}$ ,  $R_1 = 6\text{ }\Omega$ ,  $R_2 = 4\text{ }\Omega$ ,  
 $R_3 = 2\text{ }\Omega$ .



6. Mekkora erő nyújtja és mekkora erő emeli a beteg lábát az ábrán látható nyújtógépben? A csigák és kötelek súrlódásmentesek és elhanyagolható tömegűek.



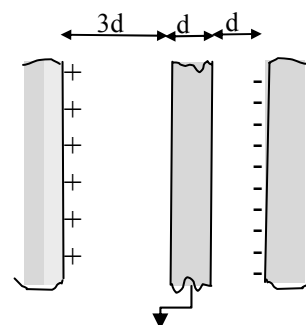
7. Egy a vízszintessel  $\theta$  szöget bezáró ferde síkon a rajzon látható módon egy keskeny csatorna fut le az origóba, amelyben egy kicsiny test súrlódás nélkül lecsúszhat. Az  $x_0, y_0$  pontból zérus sebességgel induló test mekkora gyorsulással mozog, mekkora lesz leérkezéskor a sebessége? Mennyi idő alatt ér le a test?



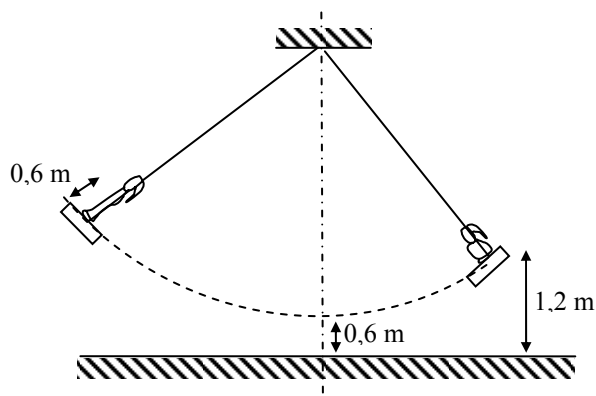
Adatok:  $\theta = 30^\circ$ ,  $x_0 = 3$  m,  $y_0 = 4$  m.

8. Egy üres 0,6 kg tömegű 10 literes vödröt ráhelyezünk egy digitális mérlegre, majd állandó erősségű vízárammal tölni kezdjük, amely 10 m magasságból ömlik 0,5 kg/s erősséggel. Ábrázolja a mérleg által mutatott „tömeget” az idő függvényébe  $n$ ! Ha megtelik a vödör, a főleg a mérleg mellett zavartalanul el tud folyni.

9. Az ábrán látható módon a baloldali fémlemezre felületegységenként  $+\sigma$  töltést viszünk. A jobboldalira pedig  $-2\sigma$  töltést felületegységenként. Határozzuk meg a töltéssűrűséget a köztük elhelyezkedő földelt fémlemez két felületén! Mekkora a feszültség a két szélső lemez között? Rajzoljuk el az elektromos térerősséget és potenciált a  $+$  töltésű lemeztől mért merőleges távolság függvényében! A lemezeket tekintjük végtelen nagynak.



10. Súlytalan kötélre függesztett elhanyagolható tömegű deszkán kislány hintázik. A hinta jobb szélső helyzetében, amikor a kislány teljesen leguggol, súlypontja 1,2 m-re van a földtől. A kislány tömege 40 kg, a kötél 3,7 m hosszú. A kislány úgy hajtja magát a hintán, hogy a legalsó pontban, amelynek távolsága a földtől 0,6 m, pillanatszerűen feláll, miközben súlypontja

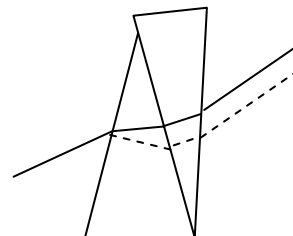




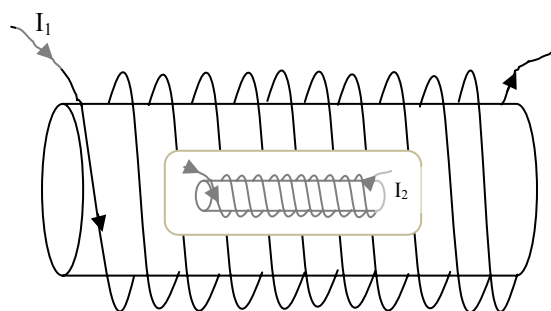
0,6 m-rel megemelkedik. Milyen magasan lesz a kislány súlypontja a bal oldali szélső helyzetben?

A kislány tehetetlenségi nyomatéka a súlypontján átmenő a rajz síkjára merőleges tengelyre vonatkozóan álló helyzetben  $4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ , guggoló helyzetben feleakkora.

11. Ha egy  $\phi$  kis törőszögű  $n$  törésmutatójú prizmán halad át a fény, akkor a prizmából kilépő és az arra beeső sugarak által bezárt  $\delta$  eltérítési szög egy közelítő formulával számolható:  $\delta = (n - 1) \phi$ . Ha két különböző üvegből készült prizmat egymás mellé helyezünk az ábrán látható módon, és két azonos szögben beeső különböző hullámhosszú fénysugár a rajtuk való áthaladás után azonos szöggel térül el eredeti irányához képest, akkor azt mondjuk, hogy a prizmapár erre a két hullámhosszra akromatikus. Egy  $10^\circ$ -os koronaüveg prizmahoz milyen törőszögű flintüveg prizmat kell illeszteni, hogy akromatikus legyen a Nap  $C$  és  $F$  spektrumvonalaira? Határozza meg a prizmakombináció eltérítési szögét a Nap  $D$  vonalaira! Készítsen rajzot melyen, nyomon lehet követni a számolásait! A koronaüveg törésmutatója a  $C$ ,  $D$ ,  $F$  vonalakra  $n_C = 1,514$ ,  $n_D = 1,517$ ,  $n_F = 1,523$ ; a flintüvegé pedig  $n'_C = 1,644$ ,  $n'_D = 1,650$ ,  $n'_F = 1,664$ .



12. Két hosszú, egyenes tekercs az ábra szerint egymásba van tolva. A külső tekercs hossza  $l_1$ , sugara  $a_1$ , menetszáma  $N_1$  és  $I_1$  időben változó áram folyik át rajta. A belső tekercs adatai rendre  $l_2$ ,  $a_2$ ,  $N_2$  és  $I_2$ .
- Adjuk meg a tekercsek önindukciós együtthatóit és a kölcsönös indukciós együtthatót!
  - Mekkora az egyes tekercsek feszültsége?
  - Ezután kapcsoljuk sorba a tekercseket oly módon, hogy  $I_1 = I_2$  és az általuk keltett mágneses fluxus azonos irányú legyen. Mekkora ez esetben a rendszer önindukciós együtthatója?
  - Feleljünk az előző kérdésre, ha  $I_1 = -I_2$ , azaz a sorba kötött tekercsek fluxusai ellentétes irányúak!



## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

1995

## MEGOLDÁSOK

1.

$$r_0 = 1 \text{ m}, \alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}, s = 100 \text{ km}, t_1 = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}, t_2 = 25 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$k(t) = 2r(t)\pi, r(t) = r_0(1 + \alpha \Delta t),$$

$$N = \frac{s}{k(t)}, \Delta N = \frac{s}{k(t_1)} - \frac{s}{k(t_2)} = \frac{s}{2r_0\pi} \left( \frac{1}{1 + \alpha \Delta t_1} - \frac{1}{1 + \alpha \Delta t_2} \right) \approx \frac{s}{2r_0\pi} \cdot 2\alpha \Delta t_2 = \underline{9,55}$$

A különbség közel 10 fordulat.

20 pont

2.

$$m = 0,1 \text{ kg}, \Delta T = 5 \text{ K}, f = 3, M = 20 \text{ g}.$$

$$p_1 = \alpha V_1, p_2 = \alpha V_2, N = \frac{m}{M} N_A = 3 \cdot 10^{24}, \text{ I. főtétel: } Q + W = \Delta E, \Delta E = \frac{f}{2} N k \Delta T$$

5 pont

$$\begin{aligned} -W &= \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{\alpha(V_1 + V_2)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_2^2) \\ &= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} N k (T_2 - T_1) \end{aligned}$$

10 pont

$$Q = -W + \Delta E = 2 N k \Delta T = \underline{414 \text{ J}}.$$

5 pont

3.

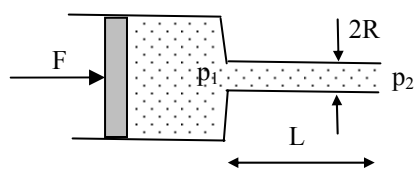
$$m = 1 \text{ kg}, t_1 = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}, c = 4,2 \text{ kJ/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}, L_0 = 334 \text{ kJ/kg}.$$

A halmazállapot változáskor felszabaduló hő a túlűtött víz 0 °C-ra való melegítésére fordítódik, a végállapot 0 °C-os víz és jég keveréke lesz. A keletkező jég  $m_j$  tömegére írhatjuk, hogy:

$$mc(t_0 - t_1) = m_j L_0, \text{ ahonnan } m_j = \frac{mc(t_0 - t_1)}{L_0} = \underline{0,126 \text{ kg}}.$$

20 pont

4.



5 pont

$$V = 10^{-6} \text{ m}^3, t = 3 \text{ s}, B = 260 \text{ l/(Pa}\cdot\text{s)},$$

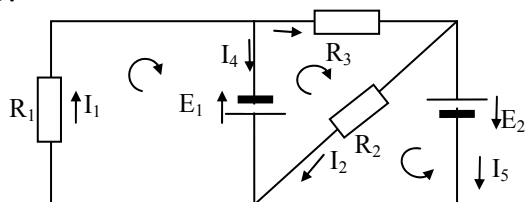
$$A = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2, R = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}, L = 4 \text{ cm}, p_1 = 1900 \text{ Pa},$$

$$p_2 = \frac{F}{A}, \quad I = \frac{V}{t} = B \left( \frac{F}{A} - p_1 \right) \cdot \frac{R^4}{L}$$

$$\text{Innen } F = p_2 A = \left( \frac{VL}{BR^4 t} + p_1 \right) A = \underline{0,312 \text{ N}}.$$

15 pont

5.



$$E_1 = 6 \text{ V}, E_2 = 3 \text{ V}, R_1 = 6 \text{ } \Omega, R_2 = 4 \text{ } \Omega,$$

$$R_3 = 2 \text{ } \Omega.$$

Kirchhoff törvényeit alkalmazzuk. Az ellenállásokon átfolyó áramok:

$$R_1 I_1 - E_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = 1 \text{ A}.$$

$$R_2 I_2 - E_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_2 = 0,75 \text{ A}.$$

$$R_2 I_2 + R_3 I_3 + E_1 = 0 \Rightarrow I_3 = \frac{-E_1 - R_2 I_2}{R_3} = -4,5 \text{ A.}$$

12 pont

A telepeken átfolyó áramok:  $I_4 = I_1 - I_3 = \underline{5,5 \text{ A}}$ ,  $I_5 = I_2 - I_3 = \underline{5,25 \text{ A}}$

8 pont

6.

$$F = 30 \text{ N}$$

A lábra ható vízszintes (nyújtó) erő:

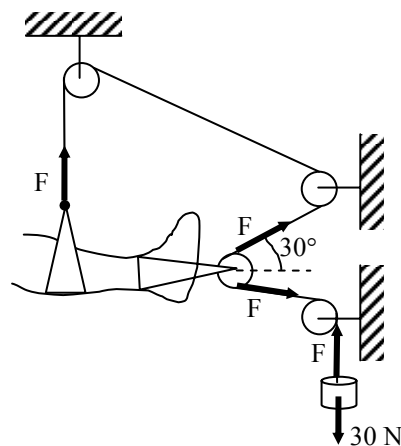
$$F_v = F + F \cos 30^\circ = 56 \text{ N.}$$

10 pont

A függőleges (emelő) erő pedig:

$$F_f = F + F \sin 30^\circ = 45 \text{ N.}$$

10 pont



7.

$$g = 10 \text{ m/s}^2, \theta = 30^\circ, x_0 = 3 \text{ m}, y_0 = 4 \text{ m}$$

$$\tan \alpha = \frac{x_0}{y_0} = \frac{4}{3}, \sin \alpha = \frac{4}{5}.$$

$$a = g \sin \theta \cdot \sin \alpha = g \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} = \underline{4 \text{ m/s}^2}.$$

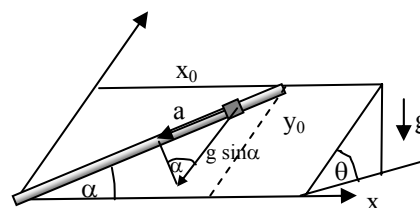
12 pont

$$s = \frac{y_0}{\sin \alpha} = 5 \text{ m.} \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 1,58 \text{ s.}$$

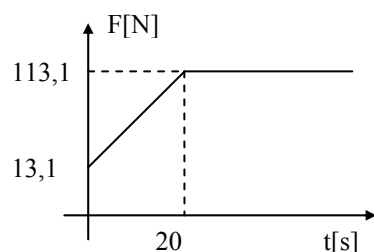
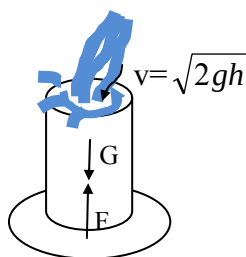
4 pont

$$v = at = 6,32 \text{ m/s.}$$

4 pont



8.



4 pont

$I = 0,5 \text{ kg/s}$ ,  $h = 10 \text{ m}$ ,  $m = 0,6 \text{ kg}$ ,  $V = 10 \text{ l}$ ,  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ .  
A mérleg olyan „tömeget” mér, amelynek megfelelő súly a vödör egyensúlyához szükséges.

$$F(t) = G + G_v(t) + \frac{\Delta \rho}{\Delta t}, \text{ ahol az utolsó tag a befolyó víz}$$

impulzusváltozásából ered, a víz impulzusa a vödörben 0-ra csökken. A víz tömege  $t_1 = \frac{V\rho}{I} = 20 \text{ s}$ -ig változik, azután állandó.

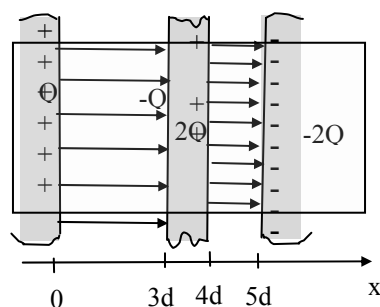
$$\Delta p = \Delta m \cdot v, \text{ ahol } v = \sqrt{2gh} = 14,1 \text{ m/s, és } \Delta m = I \cdot \Delta t. \quad 10 \text{ pont}$$

$$F(t) = mg + Iv + Igt = 6 \text{ N} + 7,1 \text{ N} + 5 \text{ N/s} \cdot t, \text{ ha } t \leq t_1$$

$$F(t) = F(t_1) = 113,1 \text{ N,} \quad \text{ha } t \geq t_1$$

6 pont

9.

Tekintsük a lemezek  $A$  felületű darabját

$$Q = \sigma A, \quad C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{3d}, \quad C_2 = \epsilon_0 \frac{A}{d},$$

$$\sigma_1 = -\frac{Q}{A} = -\sigma, \quad \sigma_2 = \frac{2Q}{A} = 2\sigma$$

6 pont

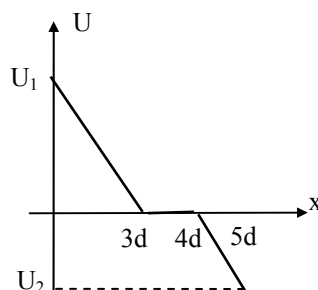
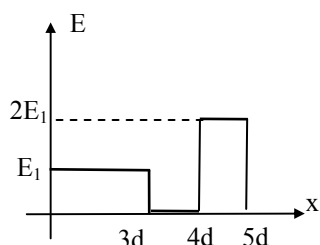
$$U_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} 3d, \quad U_2 = \frac{-2Q}{C_2} = \frac{-2\sigma}{\epsilon_0} d,$$

$$U = U_1 - U_2 = \frac{5\sigma d}{\epsilon_0}$$

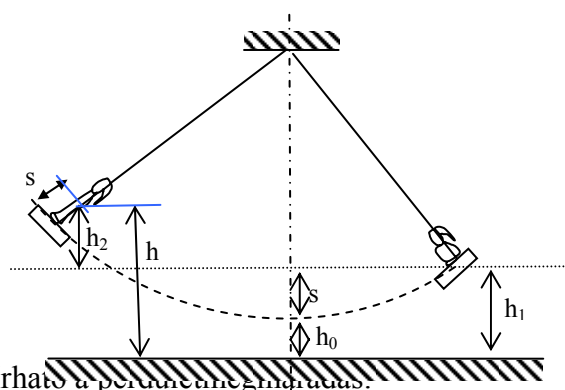
8 pont

$$E_1 = \frac{U_1}{3d} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \quad E_2 = \frac{-U_2}{d} = \frac{2\sigma}{\epsilon_0}.$$

6 pont



10.

 $l = 3,7 \text{ m}, \quad \Theta_0 = 4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2, \quad h_1 = 1,2 \text{ m}, \quad h_0 = 0,6 \text{ m}, \quad s = 0,6 \text{ m}.$ 


Felírható a peremtehetésmódszerrel.

$$\Theta_1 = ml^2 + \frac{\Theta_0}{2} \approx ml^2$$

$$\Theta_2 = m(l-s)^2 + \Theta_0 \approx m(l-s)^2$$

Emiatt az energiátétel és perdülettétel alkalmazásánál a lányt tömegpontnak tekinthetjük.

$$v_1 = \sqrt{2g(h_1 - h_0)}, \quad \omega_1 = \frac{v_1}{l} \quad 5 \text{ pont}$$

$$\omega_1 \Theta_1 = \omega_2 \Theta_2, \text{ ahol } \omega_2 = \frac{v_2}{l-s}, \text{ tehát } \omega_2 = \frac{v_1}{l} \frac{l^2}{(l-s)^2}$$

10 pont

$$h = \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{l^2}{(l-s)^2} h_0 + h_1, \text{ ahonnan } h = 0,85 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = \underline{2,05 \text{ m}}.$$

5 pont

A feladatot a  $\Theta$ -ra vonatkozó közelítés nélkül is végig lehet számolni, a numerikus eredmény gyakorlatilag ugyanaz.

Ha a tanuló közelítéssel számol, de nem indokolja 2 pont levonandó.

11.

Célszerű gondolatban a két prizrát eltávolítani egymástól úgy, hogy a közös törőfelületük párhuzamos maradjon. A két prizma által együttesen létrehozott  $\delta'$  teljes eltérés a rajzról leolvasható:

$$\delta' = \delta - \delta' = (n - 1)\phi_1 - (n' - 1)\phi_2$$

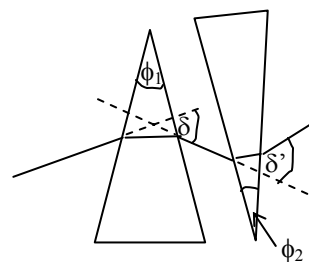
C és F vonalakra:  $\delta'_C = \delta'_F$ , azaz

$$(n_C - 1)\phi_1 - (n'_C - 1)\phi_2 = (n_F - 1)\phi_1 - (n'_F - 1)\phi_2, \text{ ahonnan}$$

$$(n_C - n_F)\phi_1 = (n'_C - n'_F)\phi_2$$

$$\phi_1 = \frac{n_C - n_F}{n'_C - n'_F} \phi_2 = \underline{4,5^\circ} \quad 10 \text{ pont}$$

$$\delta'_D = (n_D - 1)\phi_1 - (n'_D - 1)\phi_2 = 2,25^\circ \quad 5 \text{ pont}$$



12.

$$B_1 = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{l_1}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 N_2 I_2}{l_2}$$

a) Az önindukciós feszültségek:

$$U_{01} = \frac{d\phi_1}{dt} = \frac{\mu_0 N_1^2 \pi a_1^2}{l_1} \frac{dI_1}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt} \Rightarrow L_1 = \frac{\mu_0 N_1^2 \pi a_1^2}{l_1} \quad 2 \text{ pont}$$

$$U_{02} = \frac{d\phi_2}{dt} = \frac{\mu_0 N_2^2 \pi a_2^2}{l_2} \frac{dI_2}{dt} = L_2 \frac{dI_2}{dt} \Rightarrow L_2 = \frac{\mu_0 N_2^2 \pi a_2^2}{l_2} \quad 2 \text{ pont}$$

A 2. tekercs változó fluxusa feszültséget indukál az 1. tekercsben és fordítva:

$$U_{i1} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi a_2^2}{l_2} \frac{dI_2}{dt} = M \frac{dI_2}{dt}, \text{ illetve } U_{i2} = M \frac{dI_1}{dt}, \Rightarrow M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi a_2^2}{l_2} \quad 4 \text{ pont}$$

$$\text{b) } U_1 = U_{01} + U_{i1} = L_1 \frac{dI_1}{dt} + M \frac{dI_2}{dt}, \quad U_2 = U_{02} + U_{i2} = L_2 \frac{dI_2}{dt} + M \frac{dI_1}{dt} \quad 4 \text{ pont}$$

c) Azonosan tekercselve:  $I_1 = I_2 \equiv I$

$$U = U_1 + U_2 = (L_1 + L_2 + 2M) \frac{dI}{dt}, \quad \Rightarrow L_s = L_1 + L_2 + 2M \quad 4 \text{ pont}$$

d) Ellentétesen tekercselve:  $I_1 = -I_2 \equiv I$

$$U = U_1 + U_2 = (L_1 + L_2 - 2M) \frac{dI}{dt}, \quad \Rightarrow L_s = L_1 + L_2 - 2M \quad 4 \text{ pont}$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

1995

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                             | Szaktanár      |
|----------|------------------|------------------------------------|----------------|
| 1.       | Bognár Attila    | Radnóti M. Gimnázium, Szeged       | Mike János     |
| 2.       | Herczeg György   | Radnóti M. Gimnázium, Szeged       | Csányi Sándor  |
| 2.       | Szabó Szilvia    | Eötvös J. Középiskola, Heves       | Tófalusi Péter |
| 3.       | Bálint Imre      | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő   |
| 3.       | Mihácz András    | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő   |
| 4.       | Csizmadia László | Radnóti M. Gimnázium, Szeged       | Mike János     |
| 5.       | Till Sára        | Radnóti M. Gimnázium, Szeged       | Mike János     |
| 5.       | Varga Gusztáv    | Radnóti M. Gimnázium, Szeged       | Mike János     |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név               | Iskola                                      | Szaktanár         |
|----------|-------------------|---------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Fancsali Szabolcs | Verseghegy F. Gimnázium, Szolnok            | Pécsi István      |
| 1.       | Kiss András       | Erkel F. Gimnázium, Gyula                   | Erdész Jánosné    |
| 1.       | Pintér Áron       | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged          | Dr. Kovács László |
| 2.       | Tamási Ferenc     | Bethlen G. Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Bodrogi Sándor    |
| 3.       | Mingesz Róbert    | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged          | Dr. Kovács László |
| 4.       | Boldoczki János   | Radnóti M. Gimnázium, Szeged                | Hatvani Hajnalka  |
| 4.       | Nagy Zsolt        | Varga K. Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor      |
| 5.       | Papp Dániel       | Radnóti M. Gimnázium, Szeged                | Dudás Zoltánné    |
| 6.       | Miklós Balázs     | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged          | Dr. Kovács László |
| 6.       | Pokol Gergő       | Varga K. Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor      |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                             | Szaktanár    |
|----------|----------------|------------------------------------|--------------|
| 1.       | Havasi Ferenc  | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor |
| 1.       | Pályi Balázs   | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István |
| 2.       | Varga Ferenc   | Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István |
| 3.       | Gyukics Mihály | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor |
| 3.       | Kurucz Zoltán  | Varga K. Gimnázium, Szolnok        | Vincze Gábor |
| 5.       | Deák Szabolcs  | Deák F. Gimnázium, Szeged          | Horváth Vera |
| 6.       | Horváth Zoltán | Verseghegy F. Gimnázium, Szolnok   | Pécsi István |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név                | Iskola                                         | Szaktanár       |
|----------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Harman Zoltán      | Varga K. Gimnázium, Szolnok                    | Vincze Gábor    |
| 3.       | Horváth Ákos       | Varga K. Gimnázium, Szolnok                    | Vincze Gábor    |
| 4.       | Germán Angéla      | Varga K. Gimnázium, Szolnok                    | Vincze Gábor    |
| 4.       | Körtvélyessy Péter | Deák F. Gimnázium, Szeged                      | Kis Gábor       |
| 4.       | Németh Szilárd     | Varga K. Gimnázium, Szolnok                    | Vincze Gábor    |
| 4.       | Toókos Ferenc      | Horváth M. Gimnázium, Szentes                  | Dr. Győri Antal |
| 5.       | Nádas Szilveszter  | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István    |
| 5.       | Bánhalmi András    | Verseghy F. Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István    |
| 6.       | Kiss Balázs        | Bethlen G. Ref. Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Lőrincz Győző   |
| 6.       | Kokaveczi János    | Karácsonyi J. Kat. Gimnázium,<br>Békéscsaba    | Márki-Zayné     |
| 6.       | Losonczi Áron      | Batsányi J. Gimnázium, Szentes                 | Szucsán András  |
| 6.       | Szegedi Kornél     | Varga K. Gimnázium, Szolnok                    | Nagy Tibor      |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                                | Szaktanár        |
|----------|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Lovas László    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Horváth László   |
| 2.       | Boros Péter     | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba | Tulkán Zsolt     |
| 3.       | Pacskó Ágnes    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Bogár Tamás      |
| 3.       | Gémesi Roland   | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Tóth Péterné     |
| 3.       | Szeles Brigitta | Boros S. Szakközépiskola, Szentes                     | Gidófalvy György |
| 3.       | Szilágyi Éva    | Boros S. Szakközépiskola, Szentes                     | Gidófalvy György |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név                | Iskola                                                         | Szaktanár          |
|----------|--------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.       | Vörös Sándor       | Energetikai Szakközépiskola, Paks                              | Árokszállási Tibor |
| 2.       | Szombat Zoltán     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                              | Árokszállási Tibor |
| 3.       | Ádám György        | Csonka J. Műszaki Szakközépiskola, Szeged                      | Pusztai Gabriella  |
| 4.       | Császti Péter      | Energetikai Szakközépiskola, Paks                              | Árokszállási Tibor |
| 4.       | Radnai Róbert      | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola,<br>Békéscsaba          | Varga István       |
| 5.       | Kiss Viktor        | Energetikai Szakközépiskola, Paks                              | Csajági Sándor     |
| 5.       | Csomós László      | Széchenyi I. Kéttannyelvű Közg.<br>Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János    |
| 6.       | Nagy-György Attila | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                          | Horváth József     |
| 6.       | Kolozsvári József  | Csonka J. Műszaki Szakközépiskola, Szeged                      | Pusztai Gabriella  |

## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                | Szaktanár        |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Rideg Balázs     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 1.       | Zsebők Sándor    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 1.       | Szabadi Péter    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 2.       | Klampeczki Zsolt | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola, Békéscsaba    | Pocsai Zoltán    |
| 2.       | Molnár Zsolt     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 3.       | Csáki Sándor     | Kossuth Zs. Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Kószó Éva        |
| 3.       | Prókai Tibor     | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Horváth László   |
| 4.       | Angeli János     | Energetikai Szakközépiskola, Paks                     | Csajági Sándor   |
| 4.       | Szegedi Péter    | Gépészeti és Számtech. Szakközépiskola, Békéscsaba    | Dr. Simon Imréné |
| 5.       | Prókai Attila    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Horváth László   |
| 6.       | Pataki András    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                 | Horváth László   |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                           | Szaktanár      |
|----------|------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Kovács Krisztián | Kemény G. Logisztikai és Közlekedési Szakközépiskola, Békéscsaba | Varga István   |
| 2.       | Kutas Gergely    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                            | Horváth József |
| 3.       | Romhány Gábor    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                            | Horváth József |
| 4.       | Kovács Miklós    | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                            | Horváth József |
| 5.       | Imre Péter       | Kossuth Zs. Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely            | D. Balogh Irén |
| 6.       | Rácz Zsolt       | Déri M. Ipari Szakközépiskola, Szeged                            | Horváth József |
| 6.       | Vidéki András    | Kossuth Zs. Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely            | D. Balogh Irén |



## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

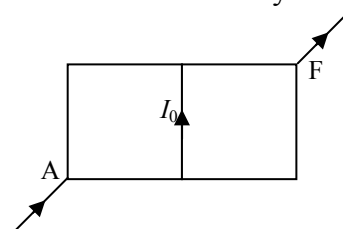
1996. január 18.

| A gimnazisták feladatai: |                 | A szakközépiskolások feladatai: |          |
|--------------------------|-----------------|---------------------------------|----------|
| 9. osztály:              | 1, 2, 4.        | 9. osztály:                     | 1-9.     |
| 10. osztály:             | 4, 6, 7 vagy 8. | 10. osztály:                    |          |
| 11. osztály:             | 9, 10, 11.      | 11. osztály:                    | 4, 8-12. |
| 12. osztály:             | 9, 11, 12.      | 12. osztály:                    |          |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A megoldásokban  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  értéket használjon! **A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a versenybe a legsikeresebb négy megoldása számít. A gimnáziumi II. osztályosoknak választaniuk kell, hogy a 7. vagy a 8. feladatot oldják-e meg!**

- Ha a más bolygókra való utazás valóra válik, akkor az űrutazó és a Föld közötti kommunikáció problémássá válhat, részben az elektromágneses hullámok véges terjedési sebessége miatt, részben pedig, mert bizonyos időközönként a Nap a jelek útjában áll. Ez utóbbi elkerülésére tervezik, hogy a Föld pályájára egy átjátszó állomást telepítenek, a Földhöz képest  $90^\circ$ -os helyzetben, így a kommunikáció mindig lehetséges lesz. Ha a Mars és a Föld éppen a Nap két szemben lévő oldalán helyezkedik el, mennyi időbe telik, amíg a Marson lévő asztronauta választ kap a kérdésére? (A Mars és a Föld a Naptól  $230 \cdot 10^6 \text{ km}$ , illetve  $150 \cdot 10^6 \text{ km}$  távolságra van.)
- A merülőforralónk egy elhanyagolható hőkapacitású edényben 100 g vizet  $16^\circ\text{C}$ -ról 7 perc alatt melegít a forráspontra. Ha a vizet 200 g alkohorra cseréljük, azt azonos kezdőhőmérsékletről 6 perc 12 másodperc alatt melegíti a  $78^\circ\text{C}$ -os forráspontjára. Továbbra is bekapcsolva hagyva, a merülőforralót 5 perc 6 másodperc múlva már csak 170 g alkoholt találunk az edényben. Határozzuk meg az alkohol fajhőjét és forráshőjét!
- Hengeres edény 4 cm mélységig merülve úszik a vízben. Az edénynek könnyű anyagból készült, finoman illeszkedő fenéklemeze van, amely nincs az edényhez rögzítve, csak az aljához nyomva. Legalább mekkora tömeget, és hova helyezünk az edénybe, ha azt akarjuk, hogy a fenéklemez leváljon. Az edény átmérője 10 cm, a behelyezendő tömeg elhanyagolható méretű.
- Két egyenlő térfogatú tartály egy elhanyagolható térfogatú csövön keresztül kapcsolódik és  $0^\circ\text{C}$ -os  $10^5 \text{ Pa}$  nyomású hidrogént tartalmaz. Mi lesz a nyomás, ha az egyik tartályt  $100^\circ\text{C}$ -os vízgőz-be, a másikat  $-190^\circ\text{C}$ -os folyékony oxigénbe helyezük? Mindkét tartály térfogata  $10^{-3} \text{ m}^3$ . A hűtés-fűtés alatt mekkora tömegű hidrogén áramlik át a csövön?

- Drótból az ábra szerinti hálót készítjük. Az  $A$  és  $F$  között folyó áram  $I$ . Mekkora  $I_0$ ? Milyen hosszú drótnak lenne ugyanekkora az ellenállása? A négyzetek oldala 10 cm.

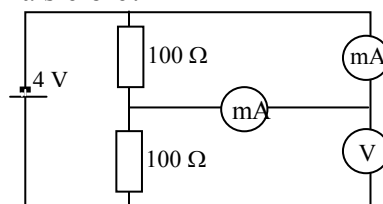


- Egy felhőkarcolóban lévő szálloda legfelső emelete a recepció felett 98,1 méterre van. Egy utas a liftben addig nem érzi magát kényelmetlenül, amíg súlya 15%-nál nem nő jobban, illetve 10%-nál nem csökken jobban. Legalább mennyi időre van szükség, hogy felérjen? Egy külön teherszállító lift viszi a csomagokat. Itt az az előírás, hogy a csomagoknak végig a padlón kell maradniuk, és a lift-kábel biztonságosan csak a kabin és a csomagok összsúlyának 5-szörösét bírja el. Mennyit vár a csomag a gazdájára?

7. Felfüggesztünk egy 12 kg-os homogén rudat vízszintesen, három 1,05 mm átmérőjű acélból készített drót segítségével. A rúd két végét tartó drót 200,00 cm hosszú, a pontosan középen lévő pedig 200,05 cm. Mennyivel nyúlnak meg az egyes drótok? Mekkora súlyt „tartanak” az egyes drótok? Mi változik akkor, ha a drótokat 1,4 mm átmérőjűekre cseréljük ki? A felfüggesztési pontok vízszintes egyenesen vannak.

8. Egy 80 kg-os sielő a hosszú, 30°-os lejtőn elérve a 15 m/s sebességet, a továbbiakban már ezzel az állandó sebességgel száguld lefelé. Mennyi hó olvad meg a sítalpa alatt percenként, ha feltételezzük, hogy a súrlódás teljes egészében a hó olvasztására fordítódik? Az indulástól kezdve nem használta a botokat sebessége növelésére, és így az első métert egy másodperc alatt tette meg. Milyen és mekkora erők hatnak a sielőre?

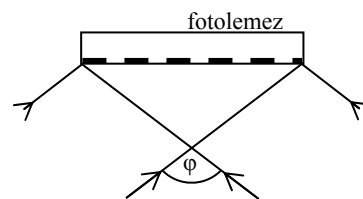
9. Az ábrán a felső mA-mérő 10 mA áramot mutat, a voltmérő pedig 3 V feszültséget. Mit mutat a másik ampermérő? Mit mutatnak a műszerek, ha a felső 100  $\Omega$ -os ellenállást eltávolítjuk a körből? A mA-mérők egyformák, a telep belső ellenállása elhanyagolható.



10. Felső végén rögzített 1 m hosszú, szigetelő fonal végére 50 g tömegű golyócskát erősítünk. A golyó nyugalmi helyzetében 0,75 cm távolságra van egy nagy kiterjedésű, földelt, vízszintes helyzetű síktól. Milyen magasra lendül fel a golyó, ha 4 m/s nagyságú vízszintes kezdősebességet kap? Mekkora ez a magasság, ha a golyócskának a lendítés előtt  $10^{-6}$  C töltést adtunk?

11. Kezdetben vízszintes helyzetben egy  $M$  tömegű deszka alá van támasztva az egyik végénél és a másik végétől  $x$  távolságban. Az alátámasztott végén pedig egy  $m$  tömegű ember áll. Véletlenül valaki az ember alatt lévő állványt kirántja a helyéről. Mekkora  $x$  értéknél kezdene  $g$  gyorsulással mozogni az ember és a deszka vége? Mekkora az ember kezdeti gyorsulása  $x$  függvényében?

12. Holografikus rácsot úgy készítenek, hogy egy párhuzamos lézernyalábot két egyenlő intenzitású nyalábra osztanak, majd  $\varphi$  szögben interferenciát hoznak létre egy fényérzékeny lemez felületén. Mekkora szögben találkozott a két nyaláb, ha az így elkészült optikai rácsot merőlegesen megvilágítva, éppen láthatjuk másodrendben a teljes látható színeképet? A rács előállításához  $\lambda_0=632$  nm-es He-Ne lézert használtak. (A látható színeképtartomány: 400-800 nm.)



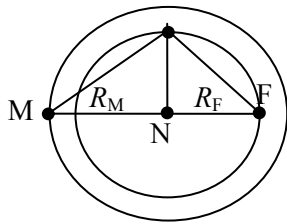
*Jó munkát!*

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

1996. január 18.

Megoldások

1.

Adatok:  $R_F = 150 \cdot 10^6$  km,  $R_M = 230 \cdot 10^6$  km,  $c = 300000$  km/sAz elektromágneses hullám a kérdés elhangzásának ideje és a válasz megérkezése között  $2 \cdot (FM + AM)$  utat tesz meg:

$$t = \frac{2 \cdot (R_F \sqrt{2} + \sqrt{R_F^2 + R_M^2})}{c} = \underline{54 \text{ min } 5 \text{ s.}}$$

2.

Adatok:  $t_1 = 420$  s,  $t_2 = 372$  s,  $t_3 = 306$  s,  $m_1 = 200$  g,  $m_3 = 170$  g,  $c_{\text{víz}} = 4,18$  kJ/kg°C,  $T_1 = 16^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 100^\circ\text{C}$ ,  $T_3 = 78^\circ\text{C}$ ;  $c_{\text{alkohol}} = ?$ ,  $L_{f,\text{alkohol}} = ?$ 

$$P = \frac{m_1 c_{\text{víz}} (T_2 - T_1)}{t_1} = 83,6 \text{ W}, \quad c_{\text{alkohol}} = \frac{P \cdot t_2}{m_2 (T_3 - T_1)} = 2,51 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}},$$

$$L_{f,\text{alkohol}} = \frac{P t_3}{m_2 - m_3} = 853 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

3.

Adatok:  $H = 0,04$  m,  $D = 0,1$  m,  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>,  $m$  az ismeretlen tömeg.

A tömeget szorosan az edény oldalfala mellé tesszük.

A fenéklemezre ható erők forgatónyomatékának egyensúlyát felírva a tömeggel szemközt pontra:

$$mgD = \rho g H \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{D}{2}. \text{ Ebből } m = \frac{\pi}{8} \rho H D^2 = \underline{157 \text{ g}}, \text{ épp a kiszorított vízmennyiség fele.}$$

4.

Adatok:  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $p_0 = 10^5$  Pa,  $V = 10^{-3}$  m<sup>3</sup>,  $T_1 = 100^\circ\text{C} = 373$  K,  $T_2 = -190^\circ\text{C} = 83$  K; $p = ?$ ,  $\Delta m = ?$ 

$$p_0 \cdot 2V = NkT_0, \quad N = \frac{2p_0V}{kT_0} = 5,31 \cdot 10^{22}, \quad m = 0,177 \text{ g.}$$

$$N_1 = \frac{pV}{kT_1}, \quad N_2 = \frac{pV}{kT_2}, \quad N = N_1 + N_2 = \frac{pV}{k} \left( \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right),$$

$$p = \frac{Nk}{V} \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} = \frac{2p_0}{T_0} \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} = 4,97 \cdot 10^4 \text{ Pa},$$

$$N_1 = \frac{pV}{kT_1} = 9,66 \cdot 10^{21}, \quad \Delta m = \left( \frac{N}{2} - N_1 \right) \frac{2g}{6 \cdot 10^{23}} = 0,0563 \text{ g.}$$

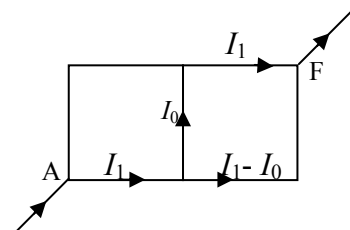
5.

$$U_{AF} = RI_1 + 2R(I_1 - I_0), \quad U_{AF} = RI_1 + RI_0 + RI_1.$$

Ezekből:  $I_1 = 3I_0$ . Az F csomópontokra  $I_1 + I_1 - I_0 = I$ , ebből:

$$I_0 = I/5.$$

$$R_e = U_{AF} / I = 7/5R, \text{ azaz } \underline{l = 14 \text{ cm.}}$$



6.

a) Az utas mozgása.

Gyorsításkor  $N_1 - mg = ma_1$ ,  $N_1 \leq 1,15mg$ ,  $a_1 \leq 0,15g$ .Lassításkor:  $N_2 - mg = ma_2$ ,  $N_2 \geq 0,9mg$ ,  $a_2 \geq -0,1g$ .

Akkor a legrövidebb az utazási idő, ha amíg lehet gyorsít, majd lassít a lift.

$$\frac{v_{\max}^2}{2a_1} + \frac{v_{\max}^2}{2|a_2|} = h \text{ így } v_{\max} = \sqrt{2h \frac{a_1|a_2|}{a_1+|a_2|}}, \quad t_{\min} = \frac{v_{\max}}{a_1} + \frac{v_{\max}}{|a_2|} = v_{\max} \frac{a_1+|a_2|}{a_1|a_2|} = \sqrt{2h \frac{a_1+|a_2|}{a_1|a_2|}}.$$

A legrövidebb az idő, ha  $a_1$  és  $|a_2|$  maximális, ekkor  $t_{\min} = 18,26 \text{ s}$ .

b) A csomag mozgása:

Gyorsításkor:  $N_1' - mg = ma_1'$ ,  $N_1' = 5mg$ ,  $a_1' = 4g$ .Lassításkor:  $N_2' - mg = ma_2'$ ,  $N_2' = 0$ ,  $a_2' = -g$ .
$$t_{\text{csomag}} = 5 \text{ s}.$$
A csomag 13,26 s-t vár a gazdájára.

7.

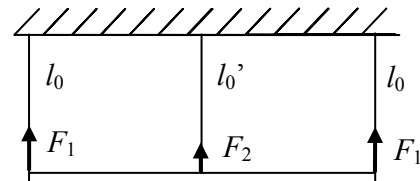
Adatok:  $d_1 = 1,05 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 1,4 \text{ mm}$ ,  $m = 12 \text{ kg}$ ,  $l_0 = 200 \text{ cm}$ ,  $l_0' = 200,05 \text{ cm}$ ,  $E = 214,77 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ ; $\Delta l_1 = ?$ ,  $\Delta l_2 = ?$ ,  $F_1 = ?$ ,  $F_2 = ?$ 

Először meg kell vizsgálni, vajon a középső szál megnyúlik-e. Ennek feltétele, hogy

$$\frac{(l_0' - l_0) E \cdot A}{l_0} < \frac{mg}{2}, \text{ ahol } A = \frac{d^2}{4} \pi.$$

a) Ha  $d_1 = 1,05 \text{ mm}$ , akkor megnyúlik a középső szál,

$$\text{mert } \frac{(l_0' - l_0) E \cdot A}{l_0} = 46,5 \text{ N}.$$



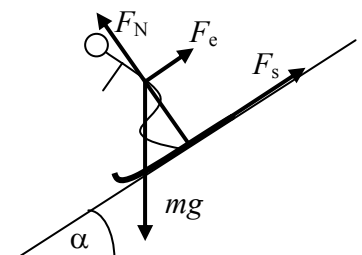
$$2F_1 + F_2 = mg, \quad F_1 = \frac{\Delta l_1 E A_1}{l_0}, \quad F_2 = \frac{\Delta l_2 E A_1}{l_0'} \approx \frac{\Delta l_2 E A_1}{l_0}, \quad \Delta l_2 = \Delta l_1 - (l_0' - l_0).$$

$$\Delta l_1 = \frac{1}{3} \left( \frac{mg l_0}{E A_1} + (l_0' - l_0) \right) = 0,0589 \text{ cm}, \quad F_1 = 54,77 \text{ N}, \quad \Delta l_2 = 8,9 \cdot 10^{-3} \text{ cm}, \quad F_2 = 8,27 \text{ N}.$$

b) Ha  $d_2 = 1,4 \text{ mm}$ , akkor  $\frac{(l_0' - l_0) E \cdot A}{l_0} = 82,7 \text{ N}$ , vagyis a középső szál nem nyúlik meg.

$$2F_1 = mg, \quad F_1 = 58,86 \text{ N}, \quad F_2 = 0 \text{ N}, \quad \Delta l_1 = \frac{F_1 l_0}{E A_2} = 0,0356 \text{ cm}, \quad \Delta l_2 = 0.$$

8.

Adatok:  $\alpha = 30^\circ$ ,  $m = 80 \text{ kg}$ ,  $v = 15 \text{ m/s}$ ,  $s = 1 \text{ m}$ ,  $t = 1 \text{ s}$ ,  $t' = 60 \text{ s}$ , $L_0 = 334 \text{ kJ/kg}$ ;  $m_{\text{hó}}(60\text{s}) = ?$ Az indulásra vonatkozó adatokból  $s = \frac{a}{2} t^2$ ,  $a = 2 \frac{m}{s^2}$ . Amozgásegyenlet:  $mg \sin \alpha - F_e - F_s = ma$ . Kezdetben  $v$  kicsi,így  $F_e = 0$ ,  $F_s = mg \sin \alpha - ma = 232,4 \text{ N}$ .Ha  $v = 15 \text{ m/s}$ ,  $a = 0$ , akkor

$F_e = mg \sin \alpha - F_s = 160 \text{ N}$ ,  $F_n = 680 \text{ N}$ ,  $mg = 784,8 \text{ N}$ . A súrlódási erő munkája fordítódik a hó felolvasztására  $L_o m_{\text{hó}} = F_s vt'$ ,  $m_{\text{hó}} = 0,626 \text{ kg}$ .

Megjegyzés: Az első másodperc végén a sebesség  $2 \text{ m/s}$ , ekkor  $F_e \approx 3 \text{ N}$ , ezért az  $F_s$  hibája kisebb, mint  $1\%$ .

9.

Adatok:  $R=100 \Omega$ ,  $I_1=10 \text{ mA}$ .

A felső mA-mérőn  $1 \text{ V}$  feszültség esik, így a belső ellenállás  $100 \Omega = R$ . Kirchhoff törvényei szerint:

$$R \cdot I_2 + R \cdot I_5 - 3V = 0,$$

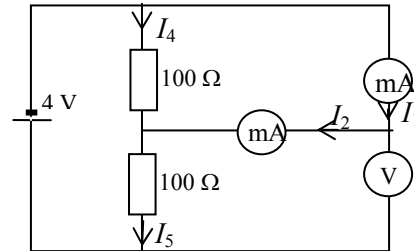
$$R \cdot I_1 + R \cdot I_2 - R \cdot I_4 = 0,$$

$$I_4 + I_2 = I_5.$$

Az egyenletrendszert megoldva  $I_2 = 6,67 \text{ mA}$ .

Mivel a voltmérőn  $I_1 - I_2 = 3,33 \text{ mA}$  folyik keresztül, a belső ellenállása  $900 \Omega$ .

b) Kihagyjuk a felső ellenállást. Ismerve a műszerek ellenállását, az eredő ellenállás  $2900/11 \Omega = 263,63 \Omega$ . A felső műszeren a főág áramerőssége folyik keresztül:  $I_1 = 15,17 \text{ mA}$  és a rá eső feszültség  $1,52 \text{ V}$ . Így a voltmérőn most  $2,48 \text{ V}$  feszültség esik. A második mA-mérőn  $12,41 \text{ mA}$  áram folyik.



10.

Adatok:  $L = 1 \text{ m}$ ,  $m = 50 \text{ g}$ ,  $d_0 = 0,75 \text{ cm}$ ,  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ ,  $q = 10^{-6} \text{ C}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

a) Az emelkedés magassága  $h = \frac{v_0^2}{2g} = 0,8155 \text{ m}$ , a lemeztől mérve  $d_1 = 0,823 \text{ m}$ .

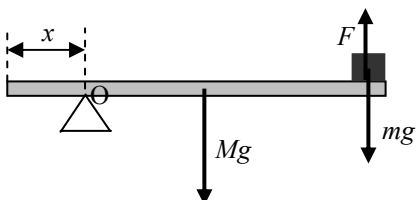
b) A vezető síkban indukálódott töltést egy  $-q$  tükörtöltésként vehetjük figyelembe, amely a lemez túlsó oldalán mindig ugyanolyan távol lesz, mint az eredeti töltés. Ha az emelkedés távolsága a lemeztől  $d$ , a munkatétel szerint  $\frac{1}{2}mv_0^2 = mg(d - d_0) + W$ , ahol  $W$  az  $F = k \frac{q^2}{4x^2}$

Coulomb erő munkája. Összevetve a Coulomb-potenciállal

$$W = \frac{kq^2}{4} \left( \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d} \right). \text{ Visszahelyettesítve, } d\text{-re a } mgd^2 - Ad - \frac{kq^2}{4} = 0, \text{ ahol}$$

$$A = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgd_0 - \frac{kq^2}{4d_0} = 0,10368 \text{ J. Ebből } d = 0,231 \text{ m}.$$

11.



a) A kezdeti pillanatban tegyük fel, hogy együtt mozognak:

Az ember mozgásegyenlete:  $mg - F = ma$ .

A deszka O tengelyre vonatkozó mozgásegyenlete:

$$F(l-x) + Mg\left(\frac{l}{2} - x\right) = \Theta\beta, \text{ ahol } \Theta = \frac{1}{12}ml^2 + M\left(\frac{l}{2} - x\right)^2.$$

Ha  $a=g$ , akkor  $F=0$  és  $\beta(l-x) = g$ , így a forgásra vonatkozó egyenletből  $x = l/3$ .

b) Ha együtt mozognak, akkor  $a \leq g$ ,  $F \geq 0$  és  $\beta = \frac{a}{l-x}$ .

Innen  $a = \frac{m(l-x) + M\left(\frac{l}{2} - x\right)}{\frac{M}{l-x}\left(\frac{l^2}{3} - lx + x^2\right) + m(l-x)} g$ , amely  $x > l/3$  esetben kisebb  $g$ -nél.

c) Ha  $x < l/3$ , akkor  $a = g$ , az ember szabadon esik.  $F = 0$ ,  $Mg\left(\frac{l}{2} - x\right) = \Theta\beta$ , a deszka

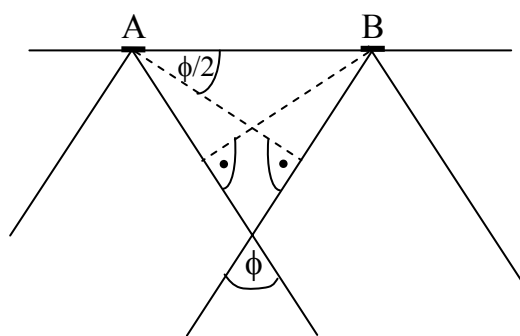
$\beta = \frac{Mg}{\Theta}\left(\frac{l}{2} - x\right)$  szöggyorsulással indul, végpontjának gyorsulása

$$a_{vp} = \beta(l-x) = \frac{Mg}{\Theta}\left(\frac{l}{2} - x\right)(l-x).$$

12.

Optikai rácsoknál az egyes hullámhosszakra az erősítés feltétele:  $d \sin \alpha_k = k\lambda$ , ahol  $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ ,  $\lambda_1 = 400 \text{ nm} \leq \lambda \leq \lambda_2 = 800 \text{ nm}$ .  $k$  legnagyobb értékét megkaphatjuk abból, hogy  $\sin \alpha_k \leq 1$ , így  $d \geq k\lambda_2 = 1,6 \mu\text{m}$ .

A holografikus rács periódusának meghatározása:



Tegyük fel, hogy A-ban az interferenciaképen intenzitásmaximum van. Ekkor a hozzá legközelebbi intenzitásmaximum legyen B. A B-ben találkozó sugarak útkülönbsége A-hoz

viszonyítva  $\Delta s = 2AB \sin \frac{\varphi}{2} = \lambda_0$ , a rács

rácsállandója  $d = AB = \frac{\lambda_0}{a \sin \frac{\varphi}{2}}$ . Felhasználva azt,

hogy másodrendben  $\lambda_2$  éppen látszik,  $\varphi$ -re a

következőt kapjuk:  $\sin \frac{\varphi}{2} \leq \frac{\lambda_0}{2 \cdot 2 \cdot \lambda_2} = 0,198$ , így  $\varphi < 22,8^\circ$ .

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1996

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium I. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Udvari Zsolt     | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely           | Csontos András    |
| 2.       | Végh Zoltán      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István      |
| 3.       | Jász Judit       | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Homolya Ernő      |
| 4.       | Kálmán András    | Árpád Fejedelem Gimnázium, Kistelek                            | Gyuris Sándor     |
| 4.       | Pasztuhov Dániel | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István      |
| 4.       | Széll András     | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István      |
| 5.       | Kovács Virág     | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén |
| 6.       | Lakatos Veronika | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                               | Vincze Gábor      |
| 6.       | Mező Tamás       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné    |

## Gimnázium II. osztály

| Helyezés | Név             | Iskola                                                         | Szaktanár        |
|----------|-----------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Bérczi Gergely  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly      |
| 1.       | Bognár Attila   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Mike János       |
| 3.       | Fodor Krisztián | József Attila Gimnázium, Makó                                  | Martinusz József |
| 3.       | Vörös Imre      | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István     |
| 5.       | Szabó Szilvia   | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter   |
| 5.       | Szilágyi Imre   | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Homolya Ernő     |
| 6.       | Ötvös Éva       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné   |

## Gimnázium III. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                                         | Szaktanár                    |
|----------|----------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 2.       | Mingesz Róbert | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Dr. Kovács László            |
| 2.       | Pintér Áron    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Dr. Kovács László            |
| 3.       | Papp Dániel    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné               |
| 4.       | Szabó Tibor    | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén            |
| 6.       | Forrai Gábor   | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely           | Bodrogi Sándor, Berecz János |
| 6.       | Szabó Gyula    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné               |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                           | Szaktanár           |
|----------|----------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Havasi Ferenc  | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor        |
| 3.       | Karkusz Zoltán | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor        |
| 3.       | Lestyán Zsolt  | Katona József Gimnázium, Kecskemét               | Dr. Szablics Bálint |
| 4.       | Fábián Zoltán  | Katona József Gimnázium, Kecskemét               | Dr. Szablics Bálint |
| 5.       | Nagy Zoltán    | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő        |
| 6.       | Gyukics Milán  | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                 | Vincze Gábor        |



## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                                                   | Szaktanár           |
|----------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Varga Gábor    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                    | Árokszállási Eszter |
| 2.       | Kovács Lajos   | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                 |                     |
| 3.       | Palusek Zoltán | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola és Gimnázium, Hódmezővásárhely | Kiszely Andrea      |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                             | Szaktanár               |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Lovas László     | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                           | Horváth László          |
| 2.       | Somogyi Erzsébet | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba         | Juhászné Gáspár Piroska |
| 3.       | Gémesi Roland    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                           |                         |
| 4.       | Zsigmond Szilárd | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                              | Borbás Tamás            |
| 5.       | Boros Péter      | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba         | Tulkán Zsolt            |
| 5.       | Bíró Géza        | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba         | Tulkán Zsolt            |
| 6.       | Ferencz Tamás    | Boros Sámuel Közgazdasági és Egészségügyi Szakközépiskola, Szentes | Gidófalvi György        |

## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név                | Iskola                                                                       | Szaktanár      |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2.       | Nagy-György Attila | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                     | Horváth József |
| 3.       | Csomós László      | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba |                |
| 3.       | Lányi Árpád        | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                     | Horváth József |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név              | Iskola                                                     | Szaktanár      |
|----------|------------------|------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Klampeczki Zsolt | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Tulkán Zsolt   |
| 2.       | Prókai Attila    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth László |
| 2.       | Bölcskei Zoltán  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 4.       | Mészáros Balázs  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 4.       | Rideg Balázs     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 5.       | Lehotai Gábor    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 6.       | Molnár Zsolt     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

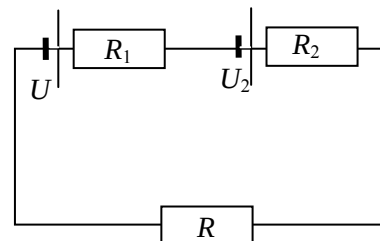
1997. január 16.

| A gimnazisták feladatai: |                | A szakközépiskolások feladatai: |       |
|--------------------------|----------------|---------------------------------|-------|
| 9. osztály:              | 2, 3, 5, 6.    | 9. osztály:                     | 1-9.  |
| 10. osztály:             | 6, 7, 8, 9.    | 10. osztály:                    |       |
| 11. osztály:             | 6, 7, 10, 11.  | 11. osztály:                    | 6-12. |
| 12. osztály:             | 6, 10, 11, 12. | 12. osztály:                    |       |

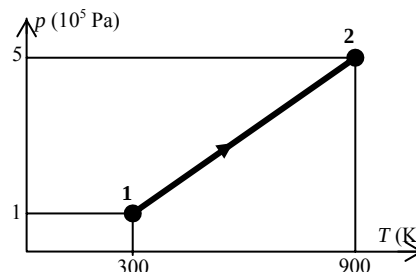
Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A megoldásokban  $g = 9\text{m/s}^2$  értéket használjon!

**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a versenybe a legsikeresebb öt megoldása számít.**

1. Csúcsával lefelé fordított egyenes körkúp alakú edény alján 10 cm magasságig  $1,6\text{ g/cm}^3$  sűrűségű tömény oldat van, és erre ugyancsak 10 cm magas vízréteget öntünk. Mennyi a túlnyomás a kúp csúcsában? Mennyi a túlnyomás akkor, amikor a diffúzió következtében a folyadék homogénné válik? A keveredéskor bekövetkező térfogatcsökkenéstől tekintsünk el.
2. Egy tó felszíne  $200\text{ m}^2$ . Hajóból  $2,5\text{ m}^3$  térfogatnyi,  $2,6\text{ kg/dm}^3$  sűrűségű követ öntenek a tóba. Mennyit változik a vízmagasság?
3. Van két izzónk, az egyik 6 V, 0,25 A, a másik 240V, 60W felirat szerepel. Működhet-e a két izzó egyidejűleg úgy, hogy azokat sorosan egy 240V-os áramforrásra kapcsoljuk? Mutathatja-e a 6V-os izzó a 60 W-os izzó meghibásodását?
4. Az ábrán látható áramkörben a két telep paraméterei:  $U_1 = 2\text{ V}$ ,  $R_1 = 1\ \Omega$ ,  $U_2 = 1\text{ V}$ ,  $R_2 = 2\ \Omega$ . Az áramkörben a két telep mellett egy  $R = 3\ \Omega$ -os ellenállású fogyasztó is van.
  - a) Határozzuk meg a telepek kapcsolási feszültségeit!
  - b) Mekkora az  $R$  ellenállásra jutó teljesítmény?
  - c) Mennyi az egyes telepek hozzájárulása ehhez a teljesítményhez?
5. Munkánk kezdetén egy 40 l-es palackban 6 MPa nyomású,  $18\text{ }^\circ\text{C}$ -os He-gáz volt. A munka végén a palackban a nyomás 30%-kal kisebb, a laboratórium hőmérséklete pedig  $20\text{ }^\circ\text{C}$  volt. Mennyi gázt használtunk el? Mennyibe került az elhasznált gáz, ha egy frissen töltött palack ára 20000 Ft, és a töltőtömege 1,3 kg?

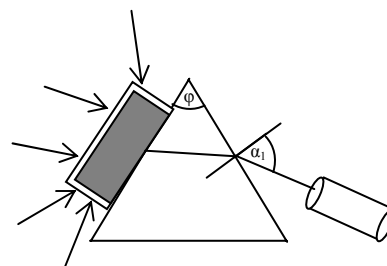


6. Kétatomos gázzal az ábrán vázolt folyamatot hajtjuk végre. Mekkora a gáz belső energiájának növekedése, ha a gáz kezdeti térfogata  $2\text{ dm}^3$ ? Ábrázolja a folyamatot  $p$ - $V$  síkon! Adjon becslést arra nézve, hogy mekkora munkát végez a gáz!



7. Egy 200 l-es, 1 m magas, henger alakú, álló olajoshordón két csap van. A hordó tetején lévő csapot elzárjuk, majd az aljára szerelt csapot kinyitjuk. Lassan 3 l olaj folyik ki. Mennyi marad a hordóban? Az olaj sűrűsége  $0,8\text{ kg/dm}^3$ , a légköri nyomás  $10^5\text{ Pa}$ .

8. Jóska  $9 \text{ m/s}$  állandó sebességgel fut egyenes irányban, amikor  $40 \text{ m}$ -re előtte Miska kismotorra pattan és  $0,9 \text{ m/s}^2$  állandó gyorsulással elindul.
- Mennyi idő múlva éri utol Jóska a motorost?
  - Mennyi ideig halad Jóska a motoros előtt?
  - Milyen kezdeti távolság esetén nincs esélye a futónak utolérni a motorost?
9. Egy gyerek labdát dob egy függőleges házfalnak, amely tökéletesen rugalmasan visszapattan a fal-ról. Amikor a dobó kezét elhagyja a labda,  $2 \text{ m}$ -re van a talaj felett és  $4 \text{ m}$ -re a házfaltól, sebességének vízszintes és függőleges komponense is  $10 \text{ m/s}$ . A gyerek mögött milyen messze esik le a labda?
10. A bungee jumping sport lényege, hogy egy magasan lévő helyhez (torony, híd) gumikötéllel ki-kötött személy leugrik, és rövid zuhanás után a kötélt megfogja. Tegyük fel, hogy az ugrás teljesen függőleges, az ugró tömege  $60 \text{ kg}$ , a kötélt hossza  $20 \text{ m}$ , és rugalmas állandója  $50 \text{ N/m}$ . Az ugrás két szempontból veszélyes: az ugró csigolyasérülést szenvedhet a hirtelen lefékezés miatt, illetve, ha a kötélt nem jól van méretezve, a talajon megüti magát. Számoljuk ki a fenti adatokkal, hogy mennyi a gyorsulás maximális értéke, és milyen mélyre jut le! Mekkora a legnagyobb sebessége? Mennyi idő alatt éri el a legmélyebb helyzetet?
11. Két koncentrikus,  $10 \text{ cm}$  és  $20 \text{ cm}$  sugarú fémgömböt azonos felületi töltéssűrűséggel láttunk el. Mekkora ez a töltéssűrűség, ha a potenciál a gömbök középpontjában a végtelenhez viszonyítva  $125,6 \text{ V}$ ?
12. Egy  $\Phi = 60^\circ$ -os törőszögű prizma egyik oldallapját folyadékon keresztül úgy világítjuk meg, hogy a prizmának erre az oldalára minden irányból érkeznek fény. Ekkor azt tapasztaljuk, hogy  $\alpha_1 = 10^\circ$ -nál kisebb szöggel nem érkezik fénysugár a távcsőbe. Ha a megvilágított oldalról eltávolítjuk a folyadékot tartalmazó edényt, akkor az előbbi szög  $42^\circ$ -ra nő. Határozza meg a folyadék törésmutatóját!



*Jó munkát!*

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

1997. január 16.

Megoldások

1.

Adatok:  $\rho_1 = 1,6 \text{ g/cm}^3$ ,  $h = 10 \text{ cm}$ ,  $\rho_2 = 1 \text{ g/cm}^3$ 

$$V_1 = r^2 \pi h / 3; \quad V_2 + V_1 = (2r)^2 \pi 2h / 3 = 8V_1; \quad V_2 = 7V_1;$$

$$m_1 = \rho_1 V_1; \quad m_2 = \rho_2 V_2.$$

$$\text{Összekeveredés előtt: } p_1 = \rho_1 g h + \rho_2 g h = \underline{2600 \text{ Pa}}.$$

$$\text{Összekeveredés után: } \rho_{\text{át}} = (m_1 + m_2) / (V_1 + V_2) = (\rho_1 + 7\rho_2) / 8 = 1,075 \text{ g/cm}^3,$$

$$p_2 = \rho_{\text{át}} g 2h = \underline{2160 \text{ Pa}}.$$

2.

Adatok:  $A = 200 \text{ m}^2$ ,  $V = 2,5 \text{ m}^3$ ,  $\rho_v = 1 \text{ kg/dm}^3$ ,  $\Delta h = ?$ 

Amíg a kő a hajóban van, addig a hajó a kő súlyával azonos súlyú vízzel töltet ki:

$$V_1 = (\rho g V) / (\rho_v g) = 6,5 \text{ m}^3.$$

Amikor a kő a víz fenekére kerül, akkor csak  $V$  térfogatú víz helyét foglalja el. A tó

$$\text{vízszintjének változása: } \Delta h = (V - V_1) / A = -4 \text{ m}^3 / 200 \text{ m}^2 = \underline{-2 \text{ cm}}. \quad \underline{\text{A vízszint süllyed.}}$$

3.

Adatok:  $U_1 = 6 \text{ V}$ ,  $I_1 = 0,25 \text{ A}$ ,  $U_2 = 240 \text{ V}$ ,  $P_2 = 60 \text{ W}$ .

Ha üzemi feszültségen használjuk az izzókat, akkor működés közben:

$$R_1 = U_1 / I_1 = 24 \Omega, \quad I_2 = P_2 / U_2 = 0,25 \text{ A}, \quad R_2 = 960 \Omega.$$

Sorosan kapcsolva a két izzót:  $I = U_2 / (R_1 + R_2) = 0,244 \text{ A}$ , amivel az izzók működése megfelelő, tehát a kis izzó alkalmas jelzőlámpának.

Bekapcsoláskor az izzók ellenállása sokkal kisebb. Ha a két izzószál nagyon eltérő anyagú lenne, azaz a hidegen mért ellenállásuk aránya jelentősen eltérne az üzemi közbeni értéktől, akkor a 6 V-os izzó ki is éghet bekapcsoláskor a túlterhelődés miatt.

4.

Adatok:  $U_1 = 2 \text{ V}$ ,  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $U_2 = 1 \text{ V}$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R = 3 \Omega$ 

$$\text{a) } I = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2 + R} = 0,5 \text{ A}, \quad U_{k1} = U_1 - IR_1 = \underline{1,5 \text{ V}}, \quad U_{k2} = U_2 - IR_2 = \underline{0 \text{ V}}.$$

$$\text{b) } P = I^2 R = U_k I = \underline{0,75 \text{ W}}.$$

$$\text{c) } P_1 = U_{k1} I = \underline{0,75 \text{ W}}, \quad P_2 = U_{k2} I = \underline{0 \text{ W}}.$$

5.

Adatok:  $V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ ,  $p_1 = 6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 291 \text{ K}$ ,  $p_2 = 4,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ ,  $T_2 = 293 \text{ K}$ ,  $M_{\text{He}} = 4 \text{ g}$ ,  $\Delta m = ?$ 

$$N = \frac{pV}{kT}, \quad N_1 = 5,976 \cdot 10^{25}, \quad N_2 = 4,154 \cdot 10^{25},$$

$$\Delta m = \frac{(N_1 - N_2) M_{\text{He}}}{N_A} = \underline{121,4 \text{ g}}, \quad \Delta n = \underline{30,4 \text{ mol}}.$$

$$\text{A költség} \frac{0,1214 \text{ kg}}{1,3 \text{ kg}} 20000 \text{ Ft} = \underline{1867,7 \text{ Ft.}}$$

6.

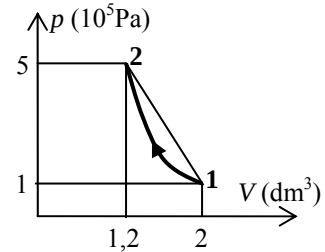
Adatok:  $f = 5$ ,  $p_1 = 105 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$ ,  $V_1 = 2 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_2 = 900 \text{ K}$ ,

$$V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 p_2} = 1,2 \text{ dm}^3.$$

$$\text{a) } \Delta U = \frac{f}{2} \frac{p_1 V_1}{T_1} (T_2 - T_1) = \underline{1000 \text{ J.}}$$

b) A  $p$ - $T$  síkon a folyamat egyenes:  $p = \alpha(T - T_1) + p_1$ , ahol

$$\alpha = \frac{p_2 - p_1}{T_2 - T_1} = 0,667 \cdot 10^3 \text{ Pa/K.}$$

A  $p$ - $V$  síkon hiperbolát kapunk: mivel  $pV = \frac{p_1 V_1}{T_1} \left[ \frac{1}{\alpha} (p - p_1) + T_1 \right]$ ,

$$\boxed{p = \frac{B}{V - A}}, \text{ ahol } B = p_1 V_1 \left( 1 - \frac{p_1}{\alpha T_1} \right) = 10^2 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3, \quad A = \frac{p_1 V_1}{\alpha T_1} = 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$\text{c) } W = \int_{V_1}^{V_2} p dV = B \ln(V - A) \Big|_{V_1}^{V_2} = \underline{-160,9 \text{ J.}}$$

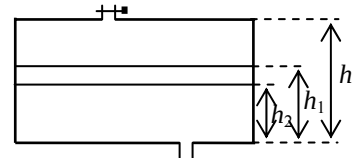
Becslés egyszerűen trapézzal:  $W \approx \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \underline{-240 \text{ J.}}$ Becslés két trapézzal a  $V_3 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $p_3 = 1,67 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  pontot felhasználva:  $W \approx \underline{-186,8 \text{ J.}}$ 

7.

Adatok:  $V = 0,2 \text{ m}^3$ ,  $\Delta V = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $h = 1 \text{ m}$ ,  $\rho = 0,8 \text{ kg/m}^3$ , $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . $A = V/h = 0,2 \text{ m}^2$ ,  $\Delta h = h_1 - h_2 = \Delta V/A = 0,015 \text{ m}$ .

Az olaj feletti levegőre:

$$p_1 = p_0, \quad (h - h_1) A p_0 = (h - h_2) A p_2, \quad p_2 + \rho g h_2 = p_0.$$

Innen  $0 = \rho g h_2^2 - \rho g h h_2 + \Delta h p_0$ . Két megoldás van, a végső olajsínt 0,75 m, vagy 0,25 m lehet, ami 150, illetve 50 liter olajat jelent.

8.

Adatok:  $v = 9 \text{ m/s}$ ,  $s = 40 \text{ m}$ ,  $a = 0,9 \text{ m/s}^2$ .A találkozás feltétele, hogy  $\frac{a}{2} t^2 + s = vt$  (\*). Az egyenlet két gyöke:  $t_1 = 6,67 \text{ s}$ ,  $t_2 = 13,3 \text{ s}$ .a)  $t_1 = \underline{6,67 \text{ s}}$  múlva éri utol.b)  $t_2 = 13,3 \text{ s}$  -kor újra találkoznak, tehát  $t = t_2 - t_1 = \underline{6,67 \text{ s}}$ -ig halad Jóska a motoros előtt.c) Nem éri utol, a (\*) diszkriminánsa negatív, azaz  $s > v^2/2a = \underline{45 \text{ m}}$ .

9.

Adatok:  $h = 2 \text{ m}$ ,  $v_{x0} = v_{y0} = 10 \text{ m/s}$ . A labdát ferdém hajítjuk, a falról való visszapattanásától eltekinthetünk, ha a falra tükrözzük a pályát. Ilyen kezdőfeltételekkel a labda  $s = v_{x0} t$  távra

$$\text{repül, és } h = v_{y0} t + g t^2 / 2; \quad t = \frac{v_{y0} + \sqrt{v_{y0}^2 + 2gh}}{g} = 2,183 \text{ s}, \quad s = 21,83 \text{ m.}$$

A falig ebből 4 m-t ment, és visszafelé e gyerekek ugyanennyit, így a dobó háta mögött 21,83 m – 4 m – 4 m = 13,83 m-re esik le.

10.

Adatok:  $m = 60 \text{ kg}$ ,  $l = 20 \text{ m}$ ,  $D = 50 \text{ N/m}$ .

Az ugró az első 20 m-en szabadon esik, utána harmonikus erő hatására mozog. A legmélyebb helyzetben a kötélmegnyúlása  $z$ . Felírva az energiatételt:  $mg(l+z) = \frac{1}{2}Dz^2$ , ebből  $z = 37 \text{ m}$ .

Tehát  $20 \text{ m} + 37 \text{ m} = \underline{57 \text{ m}}$  mélyre jutott le. Itt a legnagyobb a gyorsulás értéke

$$a_{\max} = \frac{Dz}{m} - g = 20,83 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \text{ A legnagyobb a sebessége a rezgőmozgás } z_0 \text{ egyensúlyi helyzetén}$$

való áthaladáskor:  $mg = Dz_0$ ,  $z_0 = 12 \text{ m}$ ,  $v_{\max} = \underline{22,8 \text{ m/s}}$ . A legmélyebb helyzetbe jutásáig eltelt idő:  $t = t_1 + t_2 + t_3$ , ahol  $t_1 = 2 \text{ s}$  a szabadesés ideje, majd  $t_2 = 0,55 \text{ s}$  alatt éri el az egyensúlyi helyzetet,  $t_3 = T/4 = 1,72 \text{ s}$ . A legmélyebb helyzetbe  $t = \underline{4,27 \text{ s}}$  alatt jut.

11.

Adatok:  $R = R_1 = 0,1 \text{ m}$ ,  $R_2 = 2R = 0,2 \text{ m}$ ,  $U = 125,6 \text{ V}$ ,  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ .

Egyetlen  $Q$  töltésű fémgömb potenciálja a középpontban annyi, mint a gömb felszínén:

$$u = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}. \text{ Ha } \sigma \text{ a felületi töltéssűrűség: } Q = 4\pi R^2 \sigma, u = \sigma R / \epsilon_0. \text{ A szuperpozíció elve szerint}$$

a két koncentrikus gömb potenciálját egyszerűen össze kell adni:

$$U = u_1 + u_2 = 3R\sigma / \epsilon_0 \Rightarrow \sigma = \frac{U\epsilon_0}{3R} = \underline{3,7 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}}.$$

12.

Adatok:  $\phi = 60^\circ$ ,  $n$  a prizma,  $n'$  a folyadék törésmutatója,  $\alpha_1 = 10^\circ$ ,  $\alpha_1^* = 42^\circ$ .

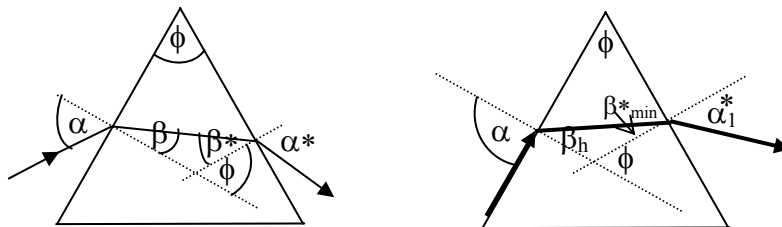
a) Legyen a prizma körül levegő. Mivel  $\phi = \beta + \beta^*$ , ha  $\alpha = 90^\circ$  akkor,  $\beta = \beta_h$  határszög,

$\beta_{\min}^* = \phi - \beta_h$ , azaz  $\beta^* \geq \beta_{\min}^*$  és  $\alpha^* \geq \alpha_1^*$ .

Rajzoljuk fel a szélső sugármenetet:

$$\frac{\sin \alpha_1}{n} = \sin \beta_{\min}^* = \sin(\phi - \beta_h) \Rightarrow \sin(\phi - \beta_h) = \sin \alpha_1 \sin \beta_h$$

$$\text{tg } \beta_h = \frac{\sqrt{3}}{2,338} = 0,741, \quad \beta_h = 36,53^\circ, \quad n = \underline{1,68}.$$



Hasonló ábrát rajzolhatunk akkor is, ha folyadék van a bal oldalon, de most  $\alpha_1 = 10^\circ$ :

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin(\phi - \beta_h)} = n \Rightarrow \beta_h = 54,06^\circ \Rightarrow \text{és } \sin \beta_h = \frac{n'}{n} \Rightarrow n' = \underline{1,36}.$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1997

**EREDMÉNYEK****Gimnázium I. osztály**

| Helyezés | Név               | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|-------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Buruzs Ádám       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dr. Mező Tamás    |
| 2.       | Pethő László      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István      |
| 3.       | Dombi Anikó       | Deák Ferenc Gimnázium, Szeged                                  | Dr. Kovács József |
| 3.       | Juhász Miklós     | Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged                     | Rácz László       |
| 4.       | Mihics Henrik     | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter    |
| 4.       | Nagy Péter        | Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged                     | Rácz László       |
| 5-6.     | Flach Attila      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly       |
| 5-6.     | Kis János Benedek | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely           | Berecz János      |

**Gimnázium II. osztály**

| Helyezés | Név           | Iskola                                                         | Szaktanár      |
|----------|---------------|----------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Végh Zoltán   | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István   |
| 1.       | Erős Zsolt    | Belvárosi Általános Iskola és Gimnázium, Békéscsaba            |                |
| 2-3.     | Mező Tamás    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné |
| 2-3.     | Takács József | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István   |
| 2-3.     | Bakondi Gábor | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                               | Vincze Gábor   |
| 4.       | Jász Judit    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Homolya Ernő   |
| 5-6.     | Széll András  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István   |
| 5-6.     | Kis Éva       | Belvárosi Általános Iskola és Gimnázium, Békéscsaba            |                |

**Gimnázium III. osztály**

| Helyezés | Név            | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|----------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Varga Gusztáv  | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Mike János        |
| 2.       | Purger Norbert | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén |
| 3.       | Bérczi Gergely | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly       |
| 4.       | Bálint Imre    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Homolya Ernő      |
| 5.       | Pásztor György | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly       |
| 6.       | Ecsegi Gábor   | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter    |
| 6.       | Lele János     | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén |
| 7.       | Szabó Szilvia  | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter    |
| 7.       | Kovács Attila  | Petőfi Sándor Gimnázium, Mezőberény                            |                   |
| 8.       | Mihácz András  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Homolya Ernő      |

## Gimnázium IV. osztály

| Helyezés | Név                       | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Mingesz Róbert            | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Dr. Kovács László |
| 2.       | Pokol Gergő               | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                               | Vincze Gábor      |
| 3.       | Szabó Tibor               | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén |
| 4.       | Szabó Gyula               | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné    |
| 4.       | Ugocsai Péter             | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné    |
| 5-6.     | Szigeti Tamás             | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Dr. Kovács László |
| 5-6.     | Ács Róbert                | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István      |
| 5-6.     | Tubak Péter               | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén |
| 7.       | Nyilas Krisztián          | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter    |
| 8.       | Fancsali Szabolcs Levente | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István      |

## Szakközépiskola I. osztály

| Helyezés | Név                  | Iskola                                   | Szaktanár             |
|----------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Nemesi Pál           | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József        |
| 2.       | Véghmann Ferenc      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks    | Gábosné Trázer Csilla |
| 3.       | Walsh Thomas William | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József        |

## Szakközépiskola II. osztály

| Helyezés | Név          | Iskola                                                                       | Szaktanár             |
|----------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Kródi Gábor  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Gábosné Trázer Csilla |
| 2.       | Varga Gábor  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Árokszállási Eszter   |
| 2.       | Szabó Tamás  | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János       |
| 2.       | Varga Zsolt  | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János       |
| 2.       | Vismeg Zsolt | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Gábosné Trázer Csilla |
| 3.       | Nagy Péter   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Gábosné Trázer Csilla |
| 4.       | Baráth Tamás | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János       |
| 5-6.     | Várai Tamás  | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János       |
| 5-6.     | Mózsa Vince  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Árokszállási Eszter   |



## Szakközépiskola III. osztály

| Helyezés | Név            | Iskola                                                     | Szaktanár      |
|----------|----------------|------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Markó Csaba    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      |                |
| 2.       | Gémesi Roland  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Tóth Péterné   |
| 3.       | Schiff Rajmund | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      |                |
| 4.       | Lovas László   | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth László |
| 4.       | Boros Péter    | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Tulkán Zsolt   |

## Szakközépiskola IV. osztály

| Helyezés | Név                | Iskola                                                     | Szaktanár               |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Nagy-György Attila | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth József          |
| 2.       | Kiss Viktor        | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      |                         |
| 3.       | Tóth Róbert        | Csonka János Műszaki Szakközépiskola                       |                         |
| 4.       | Szabó Lajos        | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Halmosiné Kiss Erzsébet |
| 5-6.     | Kovács Lajos       | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Szőke Márta             |
| 5-6.     | Sajti Roland       | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Halmosiné Kiss Erzsébet |
| 5-6.     | Doszkocs Péter     | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth József          |

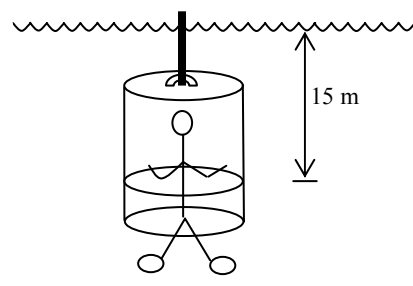
*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1998. január 22.

| <i>A gimnazisták feladatai:</i> |              | <i>A szakközépiskolások feladatai:</i> |                         |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------------|-------------------------|
| 9. osztály:                     | 1, 2, 3, 4.  | 9. osztály:                            | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12.   |
| 10. osztály:                    | 1, 3, 5, 6.  | 10. osztály:                           |                         |
| 11. osztály:                    | 1, 5, 8, 9.  | 11. osztály:                           | 1, 6, 8, 9, 10, 11, 12. |
| 12. osztály:                    | 1, 8, 9, 10. | 12. osztály:                           |                         |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra

**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a versenybe a legsikeresebb öt megoldása számít.**

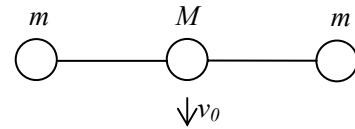
- 0 °C-on,  $10^5$  Pa nyomáson a levegő, a tiszta oxigén és a tiszta nitrogén sűrűsége rendre  $1,293 \text{ kg/m}^3$ ,  $1,429 \text{ kg/m}^3$  és  $1,250 \text{ kg/m}^3$ . Határozzuk meg a levegőben lévő nitrogén tömegarányát ezekből az adatokból, feltételezve, hogy a levegőben csak ez a két gáz van jelen!
- Egy elektromos áramot előállító szélkerék propellerének átmérője 1,8 m. 40 km/h sebességű szél esetén elektromos teljesítménye 200 W. Mekkora kinetikus energiát ad át a levegő a szélkeréknek időegységenként, a propeller által lefedett keresztmetszetű levegőtartományt figyelembe véve? Ennek a kinetikus energiának hányadrésze alakul át elektromos energiává? A levegő sűrűsége  $1,29 \text{ kg/m}^3$ .
- Egy 10 cm oldalélű fedőlap nélküli kocka alakú edényben egy 9 cm átmérőjű, 8 cm magas, 0,4 kg tömegű zárt henger áll. Az edénybe felülről egy csövön egyenletesen 0,5 liter víz folyik be percen-ként. Határozzuk meg, hogyan változik az edényben a víz szintje az idő múlásával! Rajzoljuk fel a vízmagasság-idő függvény grafikonját az első két percben! A henger alsó része nehezebb anyagból készült. ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ )
- A bűvárharang egy fölül zárt, alul nyitott henger, amelyet ha vízbe merítenek, valamennyi levegő bennmarad a hengerben. Legyen a bűvárharang magassága 2 m, átmérője 1,5 m, és olyan mélyen van a víz alatt, hogy a külső és a hengeren belüli vízszintek távolsága 15 m. Milyen magasan áll a víz a harangban? Sűrített levegőt pumpálva a harangba, a vizet egészen ki lehet szorítani. Mekkora nyomású és tömegű levegő szükséges ehhez, ha a bűvárharang helyzete változatlan a víz alatt? A levegő és a víz hőmérséklete  $15^\circ\text{C}$ , a külső légnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ ,  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .



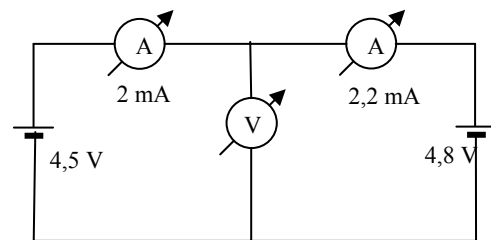
- A kosárlabda játékos zsákoláskor függőlegesen 76 cm-t emelkedik. Mennyi időt tölt a játékos ilyenkor a pályája felső, illetve alsó 15 cm-én? Miért van az az érzésünk, hogy a játékosok lebegnek a levegőben? ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ )
- Egy labda legurul a lépcsőn. A felső lépcsőfokot vízszintes irányú  $1,6 \text{ m/s}$  nagyságú sebességgel hagyja el. A lépcsőfokok 20 cm szélesek és 20 cm magasak. Melyik lépcsőfokra érkezik a labda először? És másodszor?

7. Egy 1820 kg-os autó a folyóba gurul, mert a kézifék nem volt rendesen behúzva. Az utastér térfogata  $4,87 \text{ m}^3$ , a motor és az első kerekek térfogata  $0,75 \text{ m}^3$ , a tank, a csomagtér és a hátsó kerekek térfogata  $0,81 \text{ m}^3$ . Ezekre a területekre csak lassan szivárog be a víz. Az autó mekkora térfogata áll ki kezdetben a vízből? Mekkora térfogatú víz szivárog be az autóba, amíg az teljesen elsüllyed?

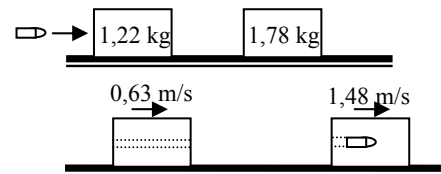
8. Három kis golyónak – tömegük rendre  $m$ ,  $M$ ,  $m$  – azonos  $Q$  töltése van. A golyók vízszintes, súrlódásmentes felületen fekszenek és a rajz szerint egyenként  $L$  hosszúságú nyújthatatlan, könnyű, fonállal össze vannak kötve. A középső testnek pillanatszerűen, az összekötő egyenesre merőleges vízszintes  $v_0$  sebességet adunk. Mekkora lesz az  $m$  tömegű golyók közötti legkisebb távolság a mozgás folyamán? Mekkora a középső  $M$  tömegű golyó sebessége abban a pillanatban, amikor az összes golyó újra egy vonalban van?



9. Az ábrán látható két milliampér mérő azonos, a telepek belső ellenállása elhanyagolható. Mekkora feszültséget mutat a voltmérő az ábrán feltüntetett áramerősség és telepfeszültségek esetén? Mekkora az árammérő és a voltmérő ellenállása?

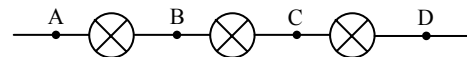


10. Egy 3,54 g tömegű golyót kilövünk az ábrán látható módon elhelyezett két láda felé, melyek súrlódásmentes asztalapon nyugszanak. A golyó áthalad az első, 1,22 kg-os ládán, és a második, 1,78 kg tömegű ládába fűródik. A ládák sebessége a végállapotban  $0,63 \text{ m/s}$ , illetve  $1,48 \text{ m/s}$ . Határozzuk meg a golyó kezdeti sebességét, elhanyagolva a golyó által az első ládából kiszakított darabot! Mekkora munkát végeznek a belső erők a golyó első ládán való áthaladása közben?



11. Tarzan az egyik szikla széléről elrugaszkodva egy 18 m hosszú indán lendül egy másik sziklaszirtra felé. A szikla tetejéről a pálya legmélyebb pontjáig 3 métert süllyed. Ha az inda szakítószilárdsága 1200 N, bírja-e a 900 N súlyú Tarzan ugrását?

12. Azonos lámpákat sorba kötünk. Ha valamelyik lámpára telepet kapcsolunk, akkor azon 267 mA folyik át. Ugyan-ezt a telepet két egymás utáni lámpára kötve a lámpákon átfolyó áram 200 mA. Két ilyen telepet kötve az ábra szerint az A és C, illetve a B és D pontok közé, mekkora lesz az egyes lámpákon átfolyó áram?



*Jó munkát kíván a JATE Fizikus Tanszékcsoport!*

*A programot a Művelődési és Köznevelési Minisztérium Felsőoktatási Programfinanszírozási Pályázata támogatja.*

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

1998. január 22.

Megoldások

1.

Adatok:  $\rho_1 = 1,429 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_2 = 1,250 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{lev}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$  $x = m_2/m = ?$ , ahol  $m$  a  $V$  térfogatú levegő tömege ( $p_0 = 105 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ),  $m_2$  a benne lévő nitrogéngáz tömege.

A tömegek és a részecskeszámok:

$$m_1 = m - m_2 = (1 - x)m; \quad N_1 = \frac{m_1}{M_1} N_A; \quad N_2 = \frac{m_2}{M_2} N_A.$$

$$\text{A parciális nyomások: } p_1 = \frac{N_1 k T_0}{V}; \quad p_2 = \frac{N_2 k T_0}{V}.$$

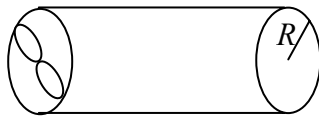
$$\text{Mivel: } p_0 V = \frac{m}{M} R T, \quad M_i = \frac{\rho_i k N_A T_0}{V}.$$

$$\text{Behelyettesítve a } p_0 = p_1 + p_2 \text{ összefüggésbe, } x\text{-re kapjuk, hogy } x = \frac{1 - \frac{\rho_{\text{lev}}}{\rho_1}}{\frac{\rho_{\text{lev}}}{\rho_2} - \frac{\rho_{\text{lev}}}{\rho_1}} = \underline{73,4 \%}.$$

2.

Adatok:  $R = 0,9 \text{ m}$ ,  $v = 40 \text{ km/h}$ ,  $P = 200 \text{ W}$ ,  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ,

$$\frac{\Delta E_{\text{kin}}}{\Delta t} = ? \quad \eta = ?$$



$$A = R^2 \pi, \quad \Delta m = A v \Delta t \rho,$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \Delta m v^2.$$

Feltételezve, hogy a levegő a teljes kinetikai energiáját átadja a szélkeréknek:

$$\frac{\Delta E_{\text{kin}}}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2} A v \Delta t \rho v^2}{\Delta t} = \frac{1}{2} A \rho v^3 = \underline{2,25 \text{ kW}}, \quad \eta = \frac{200 \text{ W}}{2251 \text{ W}} = \underline{8,9 \%}.$$

3.

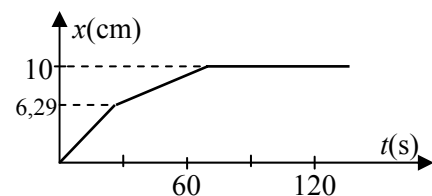
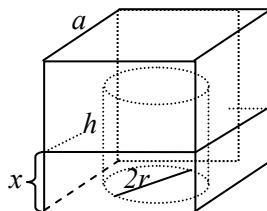
 $r = 4,5 \text{ cm}$ ,  $a = 10 \text{ cm}$ ,  $h = 8 \text{ cm}$ ,  $\rho_{\text{víz}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $m = 2,4 \text{ kg}$   
 $I = 0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ ,  $A = r^2 \pi$ a) Jelölje  $x_1$  azt a magasságot, amikor elkezd úszni a henger:

$$x_1 A \rho_{\text{víz}} g = mg, \quad x_1 = \underline{6,29 \text{ cm}}.$$

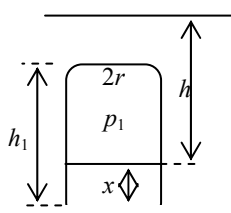
$$\text{Az eddig eltelt idő: } t_1 = \frac{(a^2 - A) x_1}{I} = \underline{27,9 \text{ s}}.$$

b)  $t_2$ -nél megtelik a kocka, ezt követően elfolyik a többi víz, a vízszint állandó marad:

$$t_2 = \frac{(a - x) a^2}{I} + t_1 = \underline{72,4 \text{ s}}.$$



4.



Adatok:  $r = 0,75 \text{ m}$ ,  $h_1 = 2 \text{ m}$ ,  $h = 15 \text{ m}$ ,  $T = 288 \text{ K}$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$   
 $x = ?$ ,  $p_2 = ?$ ,  $\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3$

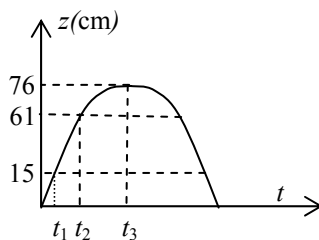
A harangban kezdetben  $V = r^2 \pi h_1$  térfogatú  $\rho_{15^\circ}$  sűrűségű  $p_0$  nyomású levegő volt,  $\rho_{15^\circ} = \rho_0 T_0 / T = 1,223 \text{ kg/m}^3$ ,  $m_0 = 4,32 \text{ kg}$ .

A 15 m-es vízszintkülönbségnél:  $p_1 = p_0 + \rho g h$ , a Boyle-Mariotte törvényből  $p_1 r^2 \pi (h_1 - x) = p_0 r^2 \pi h_1 \Rightarrow x = 1,19 \text{ m}$ .

A bepumpált levegő nyomásának kicsit meg kell haladnia a harangban lévő nyomást, amely a pumpálás során folyamatosan nő  $2,47 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ -ról  $2,59 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ -ra. A bepumpálandó levegő  $\Delta m$  tömege: kezdeti állapotban:  $p_0 V = N_1 k T$ , a végső állapotban:  $p_2 V = N_2 k T$ , innen

$$N_2 = \frac{p_2}{p_0} N_1 = 2,59 N_1. \text{ A szükséges levegő mennyisége: } \Delta m = 2,59 m_0 - m_0 = \underline{6,9 \text{ kg}}.$$

5.



Adatok:  $z_1 = 15 \text{ cm}$ ,  $z_2 = 61 \text{ cm}$ ,  $z_3 = 76 \text{ cm}$

$t_{\text{fenn}} = 2(t_3 - t_2) = ?$ ,  $t_{\text{lenn}} = 2t_1 = ?$

Mivel  $z = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$  és  $v = v_0 - gt$

$$z_3 = v_0 t_3 - \frac{g}{2} t_3^2, \quad 0 = v_0 - g t_3.$$

$$t_3 = \underline{0,394 \text{ s}}, \quad v_0 = \underline{3,86 \text{ m/s}}.$$

És  $\frac{g}{2} t_i^2 - v_0 t_i + z_i = 0$  egyenletből  $t_1 = \underline{0,041 \text{ s}}$ ,  $t_2 = \underline{0,218 \text{ s}}$ ,  $t_{\text{fenn}} = \underline{0,352 \text{ s}}$ ,  $t_{\text{lenn}} = \underline{0,082 \text{ s}}$ .

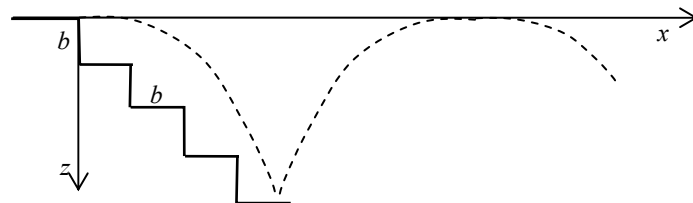
6.

Adatok:  $b = 0,2 \text{ m}$ ,  $v_0 = 1,6 \text{ m/s}$

$$x = v_0 t, \quad x_i = i b, \quad t_i = \frac{x_i}{v_0}$$

$$z = \frac{g}{2} t_i^2 = \frac{g}{2} i^2 \left( \frac{b}{v_0} \right)^2,$$

a labda pattan, ha  $z \geq i b$ .



| i                 | 1     | 2    | 3    |
|-------------------|-------|------|------|
| $x_i \text{ [m]}$ | 0,2   | 0,4  | 0,6  |
| $z \text{ [m]}$   | 0,077 | 0,31 | 0,69 |

Először a 3. lépcsőfokon pattan vissza a labda, ezután a sebesség és a komponensek:

$$v_x^* = v_0, \quad v_z^* = -v_z = -gt^*, \quad v^* = \sqrt{v_x^{*2} + v_z^{*2}}$$

A mechanikai energiamegmaradás tételéből:

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + m g 3b = \frac{1}{2} m v^{*2}, \quad v^* = \sqrt{v_0^2 + 6gb}, \quad |v_z^*| = \sqrt{6gb} = \underline{3,43 \text{ m/s}}.$$

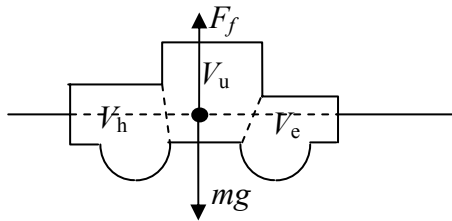
A labda magassága:  $z = v_z^* (i-3) t_1 + \frac{g}{2} (i-3)^2 t_1^2 + 3b$

| i                 | 4     | 5     | 6   | 7     | 8     | 9     | 10   | 11   | 12   |
|-------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|------|------|------|
| $x_i \text{ [m]}$ | 0,8   | 1,0   | 1,2 | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 2,0  | 2,2  | 2,4  |
| $z \text{ [m]}$   | 0,248 | 0,355 | 0,0 | 0,111 | 0,372 | 0,786 | 1,35 | 2,07 | 2,95 |

Másodszor a 12. lépcsőn pattan a labda.

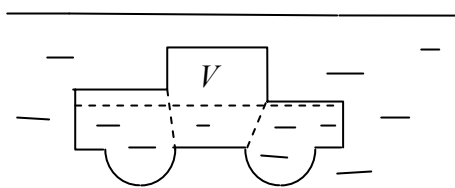
7.

Adatok:  $m = 1820 \text{ kg}$ ,  $V_u = 4,87 \text{ m}^3$ ,  $V_e = 0,75 \text{ m}^3$ ,  $V_h = 0,81 \text{ m}^3$ ,  $V_ö = 6,43 \text{ m}^3$ ,  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$



a)  $mg = V\rho g$ ,  $V$  a kiszorított víz:  $V = m/\rho = \underline{1,82 \text{ m}^3}$ ,

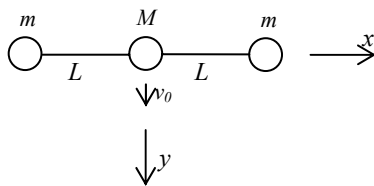
$V_ö - V = \underline{4,61 \text{ m}^3}$  áll ki a vízből.



b) Az elsüllyedő autó most is  $V$  térfogatú vizet szorít ki, az autó belsejében lévő víz mennyisége:

$$V_v = V_ö - V = \underline{4,61 \text{ m}^3}.$$

8.



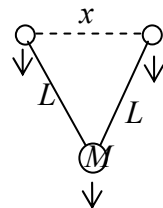
$P = mv_0 = \text{állandó} \rightarrow v_{TK} = \frac{Mv_0}{M+2m}$  a tömegközéppont sebessége.

a)  $x$  a legkisebb távolság, ekkor a három test éppen  $v_{TK}$  sebességgel mozog.

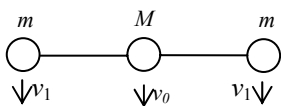
Az energia megmaradás törvényéből:

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 + k\frac{Q^2}{L}2 + k\frac{Q^2}{2L} = \frac{1}{2}(2m+M)v_{TK}^2 + k\frac{Q^2}{L}2 + k\frac{Q^2}{x}$$

$$k\frac{Q^2}{x} = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}(2m+M)v_{TK}^2 + k\frac{Q^2}{2L} \rightarrow x = \frac{1}{\frac{1}{2L} + \frac{Mmv_0^2}{kQ^2(M+2m)}}.$$



b)



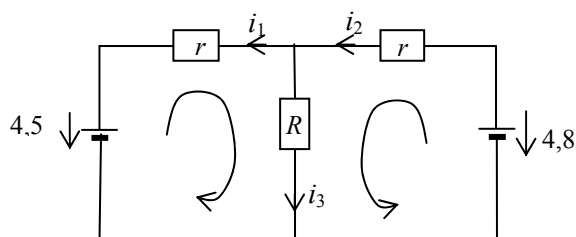
Energia és lendületmegmaradás:

$$Mv_0 = 2mv_1 + Mv \quad \text{és} \quad \frac{1}{2}Mv_0^2 = 2\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv^2$$

1. megoldás (triviális  $t=0$ )  $v=v_0$ ,  $v_1=0$ .

$$2. \text{ megoldás: } v = v_0 \frac{2m-M}{2m+M}, \quad v_1 = v_0 \frac{4m}{2m+M}.$$

9.



a)

$$i_1 = 2 \text{ mA}, \quad i_2 = 2,2 \text{ mA}$$

$$U_1 = 4,5 \text{ V}, \quad U_2 = 4,8 \text{ V}$$

$$i_3 = i_2 - i_1 = 0,2 \text{ mA} \text{ és } R \text{ nagy}$$

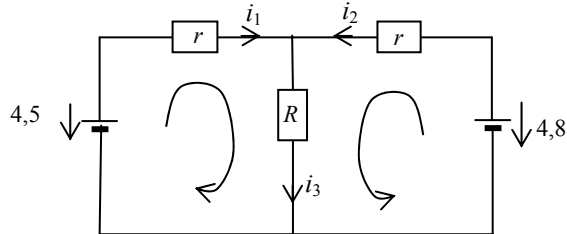
$$i_3 R = U \text{ a voltmérőn mért feszültség}$$

$$U_1 = -i_1 r + U \rightarrow r = 71,4 \, \Omega, R = 23,2 \, \text{k}\Omega$$

$$U_2 = i_2 r + U$$

$$U = \underline{4,64 \, \text{V}}.$$

b)



$$i_3 = i_2 + i_1 = 4,2 \, \text{mA}$$

$$i_3 R = U \text{ a voltmérőn mért feszültség}$$

$$U_1 = i_1 r + U \rightarrow r = 1,5 \, \text{k}\Omega, R = 357 \, \Omega??$$

$$U_2 = i_2 r + U$$

$$U = \underline{1,5 \, \text{V}}.$$

Valódi műszereknek csak az a) megoldás felel meg.

10.

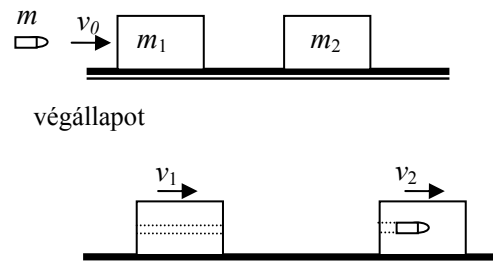
Adatok:  $m = 3,54 \, \text{g}$ ,  $m_1 = 1,22 \, \text{kg}$ ,  $m_2 = 1,78 \, \text{kg}$  $v_1 = 0,63 \, \text{m/s}$ ,  $v_2 = 1,48 \, \text{m/s}$  $v_0 = ?$   $W = ?$ 

a) Lendületmegmaradás:

$$m v_0 = m_1 v_1 + (m_2 + m) v_2$$

$$v_0 = \frac{m_1 v_1 + (m_2 + m) v_2}{m} = 962,78 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ a golyó}$$

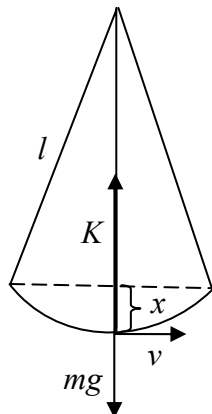
sebessége.

b) Ha a golyó az 1. ládát  $u_0$  sebességgel hagyja el:

$$m u_0 = (m + m_2) v_2 \rightarrow u_0 = \frac{m + m_2}{m} v_2 = 745,66 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$\text{A belső erők munkája a munkatételből: } W = \frac{1}{2} m (v_0^2 - u_0^2) - \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \underline{656,32 \, \text{J}}.$$

11.

Adatok:  $l = 18 \, \text{m}$ ,  $x = 3 \, \text{m}$ ,  $K_0 = 1200 \, \text{N}$ ,  $mg = 900 \, \text{N}$ A legmélyebb pontban Tarzan sebessége:  $v^2 = 2gx$ .

A körpályán való mozgás feltétele:

$$\frac{m v^2}{l} = K - mg, \quad K \leq K_0$$

$$K = mg + m \frac{v^2}{l} = \frac{4}{3} mg = \underline{1200 \, \text{N}}.$$

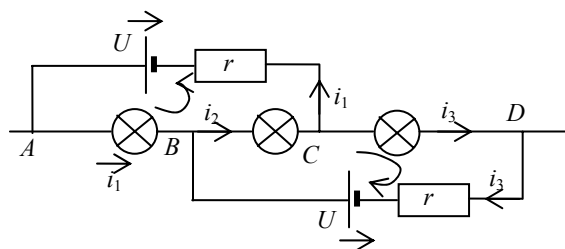
Az inda éppen elbírja Tarzant.

12.

Adatok:  $I_1 = 0,267 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,2 \text{ A}$ .

Legyen  $U$  a telep feszültsége,  $r$  a belsőellenállása,  $R$  a lámpa ellenállása:

$$U = I_1(r + R), \quad U = I_2(r + 2R) \Rightarrow R = 1,25U, \quad r = 2,5U.$$



a)

$$i_2 = i_1 + i_3$$

$$U = Ri_1 + Ri_2 + ri_3$$

$$U = Ri_2 + Ri_3 + ri_3$$

Az áramerősségek:

$$i_1 = \underline{0,16 \text{ A}}, \quad i_2 = \underline{0,32 \text{ A}}, \quad i_3 = \underline{0,16 \text{ A}}.$$

b)

Az egyik telep fordítva van bekötve:

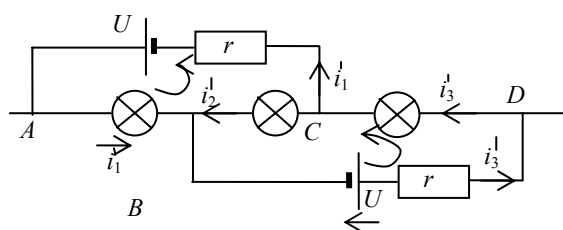
$$i'_1 = i'_2 + i'_3$$

$$U = Ri'_1 + Ri'_2 + ri'_1$$

$$U = -Ri'_2 + Ri'_3 + ri'_3$$

Az áramerősségek:

$$i'_1 = \underline{0,267 \text{ A}}, \quad i'_2 = \underline{0}, \quad i'_3 = \underline{0,267 \text{ A}}.$$





Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny  
1998.

## EREDMÉNYEK

## GIMNÁZIUM 9. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                               | Szaktanár               |
|----------|-------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Marosi András     | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Juhászné Mészáros Mária |
| 2.       | Börzsönyi Ádám    | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János            |
| 3.       | Kecskeméti Balázs | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly             |
| 3.       | Bálint Péter      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László       |
| 3.       | Gelányi András    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné          |
| 4.       | Ambrus Gergely    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné          |
| 5.       | Csendes Áron      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László       |
| 6.       | Bóna Áron         | Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged           | Rácz László             |
| 6.       | Domonkos Balázs   | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János            |
| 6.       | Orosz Mihály      | Evangélikus, Békéscsaba                              |                         |

## GIMNÁZIUM 10. évfolyam

| Helyezés | Név                | Iskola                                        | Szaktanár        |
|----------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Ungi Tamás         | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Schultz János    |
| 1.       | Sáfár Szilveszter  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly      |
| 2.       | Buruzs Ádám        | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Dr. Mező Tamás   |
| 2.       | Herczegh Géza      | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok              | Nagy Tibor       |
| 3.       | Juhász Miklós      | Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged    | Rácz László      |
| 3.       | Mihics Henrik      | Eötvös József Középiskola, Heves              | Tófalusy Péter   |
| 3.       | Benkő Zoltán       | Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza           | Hegedűs Zoltán   |
| 4.       | Tarcsi Károly      | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Schultz János    |
| 4.       | Vágvolgyi Bálint   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Schultz János    |
| 4.       | Ádám Zoltán        | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Győri István     |
| 5.       | Pereszlényi Attila | Varga Katalin Gimnázium                       | Vincze Gábor     |
| 5.       | Veress Vilmos      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly      |
| 5.       | Szabó Béla         | Verseyhy Ferenc Gimnázium, Szolnok            | Sebestyén István |
| 5.       | Pethő László       | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Győri István     |
| 5.       | Juhász Miklós      | Verseyhy Ferenc Gimnázium, Szolnok            |                  |
| 5.       | Krumesz Béla       | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly      |
| 6.       | Flach Attila       | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly      |
| 6.       | Halmosi Károly     | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő     |

## GIMNÁZIUM 11. évfolyam

| Helyezés | Név           | Iskola                                               | Szaktanár               |
|----------|---------------|------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Lévai Péter   | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                   | Dr. Simon Imréné        |
| 1.       | Gulyás Nándor | Hunyadi, Mezőkovácsháza                              | Varga István            |
| 1.       | Mező Tamás    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné          |
| 2.       | Bartos Péter  | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor              |
| 2.       | Bozsó Dávid   | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                   | Pécsi István            |
| 3.       | Végh Zoltán   | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Győri István            |
| 4.       | Kis Éva       | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                   | Pocsa Zoltán            |
| 5.       | Jász Judit    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Juhászné Mészáros Mária |
| 5.       | Varga Róbert  | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                   | Dr. Simon Imréné        |
| 5.       | Makai András  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Bíró Zsolt              |
| 5.       | Szabó Orsolya | Eötvös József Középiskola, Heves                     | Tófalusy Péter          |
| 6.       | Nagy Róbert   | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                   | Pécsi István            |
| 6.       | Mátyási Csaba | Varga Katalin Gimnázium                              | Vincze Gábor            |

## GIMNÁZIUM 12. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                        | Szaktanár      |
|----------|----------------|-----------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Varga Gusztáv  | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Mike János     |
| 2.       | Bálint Imre    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő   |
| 2.       | Szeles Tamás   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Mike János     |
| 2.       | Bérczi Gergely | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly    |
| 3.       | Szabó Szilvia  | Eötvös József Középiskola, Heves              | Tófalusy Péter |
| 4.       | Ecsegi Gábor   | Eötvös József Középiskola, Heves              | Tófalusy Péter |
| 5.       | Szász Dániel   | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok              | Nagy Tibor     |
| 5.       | Mihácsi András | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Homolya Ernő   |
| 6.       | Bognár Attila  | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Mike János     |
| 6.       | Szücs Gábor    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly    |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                                         | Szaktanár                 |
|----------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.       | Csákó Tamás     | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János           |
| 2.       | Szentes Balázs  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Sraubingerné Kemler Anikó |
| 3-4.     | Balázs Viktor   | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba                     | Halmosiné                 |
| 3-4.     | Kelemen Zsolt   | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János           |
| 5.       | Lovas Zoltán    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                       | Varjasiné Balla Edit      |
| 6.       | Pajerich Mihály | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor            |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 10. évfolyam

| Helyezés | Név                 | Iskola                                                     | Szaktanár            |
|----------|---------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Kovács Zsolt        | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor       |
| 2.       | Kis Péter           | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor       |
| 3.       | Bíró János          | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Árokszállási Eszter  |
| 4.       | Petró János         | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Tulkán Zsolt         |
| 5.       | Tarcsal Lajos       | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Árokszállási Tibor   |
| 6.       | Halász István       | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth József       |
| 6.       | Wals Thomas William | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Varjasiné Balla Edit |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 11. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                                                         | Szaktanár           |
|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Barák Tamás       | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János     |
| 2.       | Varga Zsolt       | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János     |
| 3.       | Viszmeg Zsolt     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Töricht Pál         |
| 4.       | Konstanzer István | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |
| 5.       | Bátyai Krisztián  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |
| 6.       | Bán István        | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 12. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                     | Szaktanár      |
|----------|------------------|------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Markó Csaba      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 2.       | Csenkey Tamás    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 3.       | Somogyi Erzsébet | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Gáspár Piroska |
| 3.       | Gémesi Roland    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Tóth Péterné   |
| 4.       | Styevkó Gergely  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |
| 4.       | Lovas László     | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                   | Horváth László |
| 5.       | Karasz István    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor |

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
1999. január 21.

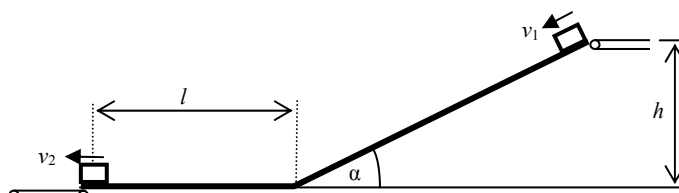
| <i>A gimnazisták feladatai:</i> |                                               | <i>A szakközépiskolások feladatai:</i> |                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| 9. osztály:                     | 1, 2, 3, 5 (Hőtan)<br>5, 6, 8, 10 (Mechanika) | 9. osztály:                            | 1-10.                 |
| 10. osztály:                    | 2, 4, 8, 10.                                  | 10. osztály:                           |                       |
| 11. osztály:                    | 4, 7, 9, 11.                                  | 11. osztály:                           | 3, 4, 7, 8, 9, 11-14. |
| 12. osztály:                    | 4, 9, 13, 14.                                 | 12. osztály:                           |                       |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A 9. osztályos gimnazisták hőtan vagy mechanika feladatsort választhatnak.

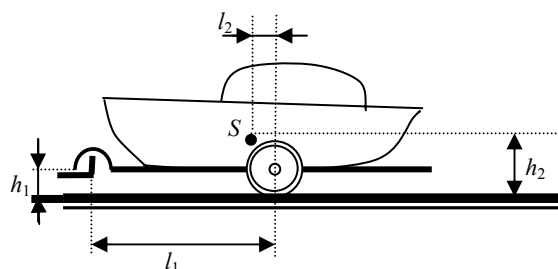
**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a versenybe a legsikeresebb öt megoldása számít.**

1. Egy edényben 300 K hőmérsékletű, 8,85 kPa nyomású, 225 mg neongáz van. Az edénybe bevezetünk még 320 mg metánt ( $\text{CH}_4$ ) és 170 mg argont úgy, hogy közben a hőmérséklet nem változik. Mekkora lesz a gázkeverék nyomása?
2. Amikor fűtjük a házat, a levegő egy része kiszökik, mert a benti és kinti nyomás kiegyenlítődik. Ha  $10^\circ\text{C}$ -ról  $30^\circ\text{C}$ -ra fűtjük föl a házat, akkor az eredetileg bent levő levegő hány %-a szökik meg? Vizsgáljuk meg azt az esetet, ha légmentesen bezárnánk a házat, és így fűtenénk. Ha a kezdeti nyomás  $10^5$  Pa, mi lesz a végső nyomás? Mekkora plusz erő hat belülről egy  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ -es ablakra? Kibírja-e az ablaküveg? Milyen magas vízoszlop nyomásának felel meg a végső nyomás?
3. Egy mólnyi gázt állandó nyomáson melegítenek, majd állandó térfogaton addig hűtik, amíg a hő-mérséklete megegyezik a kezdeti 300 K-nel. Eközben a környezet és a gáz között 3750 J hőcsere történt. Hányszorosára változott a gáz térfogata és nyomása? A folyamat során mennyi volt a gáz legmagasabb hőmérséklete?
4. Egy dugattyúval lezárt edényben lévő 36 g tömegű vízgőzt 373 K hőmérsékleten izotermikusan úgy nyomnak össze, hogy térfogata a harmadára csökken, a nyomása pedig megkétszereződik. Mekkora volt a vízgőz eredeti térfogata? Mennyi hőt kellett közben elvezetni az edényből?
5. Egy kis medencében 10 cm vastag falemez úszik úgy, hogy térfogatának  $3/4$ -e merül a vízbe. Ezután  $649,5\text{ kg/m}^3$  sűrűségű olajat öntünk a víz tetejére egészen addig, amíg a lemez felszíne az olajéval egy szintbe kerül. Milyen vastag ekkor az olajréteg? Mi történik, ha további olajat öntünk a medencébe?
6. A 150 kg tömegű építkezési felvonó  $4\text{ m/s}^2$  gyorsulással lefelé esik, indulás után 2,5 s múlva fékeződni kezd, majd 1 s múlva megáll. Mekkora volt a sebessége a fékezés előtt? Mekkora erő ébred a kötélben fékezéskor?
7. Az  $m$  tömegű golyó  $l = 1\text{ m}$  hosszú fonálon függ. Addig emelik a golyót, amíg a fonál a függőlegessel  $60^\circ$ -os szöget zár be, majd elengedik. A golyó a pályája mélypontján rugalmasan ütközik a vízszintes síkon fekvő, négyszer nagyobb tömegű, nyugalomban lévő testtel. Határozzuk meg a golyó  $v_1$  sebességét a mélyponton és a két test sebességét közvetlenül az ütközés után! Milyen  $h_1$  magasságig pattan vissza a golyó? Mekkora utat tesz meg a vízszintes síkon a test a megállásig? A súrlódási tényező a test és az aljzat között  $\mu = 0,15$ .

8. Az ábrán látható szállítóberendezést úgy kell elhelyezni, hogy a szállított csomagok a csúszda kifutóját  $v_2 = 1,0$  m/s-os sebességgel hagyják el. A csúszda elején a kezdősebesség  $v_1 = 1,2$  m/s. A csomag és a felületek között a súrlódási tényező  $0,3$ . A csúszda adatai:  $h = 4$  m,  $\alpha = 30^\circ$ . Határozzuk meg: a gyorsulást a csúszdán, a lassulást az  $l$  hosszúságú kifutón, a sebességet a csúszda aljában, valamint a kifutó hosszát!



9. Az autó vonóhorgát a csónak és az utánfutó terheli. Össztömegük  $1000$  kg. Az ábrán jelölt adatok:  $l_1 = 3$  m,  $l_2 = 0,1$  m,  $h_1 = 0,4$  m,  $h_2 = 1$  m. Mekkora vízszintes és függőleges irányú erők hatnak a vonóhorgat fejére álló helyzetben? Határozzuk meg ugyanezen erőket, ha az autó  $2$  m/s<sup>2</sup> gyorsulással indul, illetve, ha  $5$  m/s<sup>2</sup> lassulással fékezik? A menetellenállástól eltekintünk.



10. Mivel az emberi hallószerv nagyon érzékeny a bal és a jobb fülbe érkező hang közötti kicsiny időkülönbségekre, a hangjel irányát  $5^\circ$  pontossággal meg tudjuk mondani. Tegyük fel, hogy egy hangforrás (csengő) előttünk  $10$  m-re és  $5^\circ$ -ra (vagyis  $87,5$  cm-re) balra van. Mekkora időkülönbséggel érkezik a hang a jobb és a bal fülbe? A két fül távolsága  $15$  cm.
11. Az óra számlapján az egész órákat jelölő pontokra  $-q, -2q, -3q, \dots, -12q$  töltéseket helyezünk el. Hány órákor mutat a kismutató a középpontban uralkodó télerősség irányába?
12. Egy  $2,5$  m széles,  $9,5$  m hosszú,  $3,5$  m magas, fémlemezéből készült üres vasúti kocsi  $60$  km/h sebességgel halad vízszintesen olyan helyen, ahol a Föld mágneses mezejének függőleges összetevője  $0,62 \cdot 10^{-4}$  T. A kocsi elektromosan el van szigetelve a Földtől. Mekkora az indukált elektromotoros erő a kocsi oldalai között? Mekkora a kocsi belsejében az elektromos télerősség? Mekkora a töltés az egyes oldalakon?
13. Párhuzamos, vízszintes helyzetű,  $1$  m távolságú vezető sínekre merőlegesen egy rézből készült  $1$  kg tömegű rudat fektetünk. A rúdból és a sínből álló rendszerben  $50$  A erősségű áram folyik. Mekkora és milyen irányú az a leggyengébb mágneses mező, amelynek hatására a rúd megmozdul? A tapadási súrlódási együttható a rúd és a sínek között  $0,6$ .
14. Éjszaka, sötétben alkalmazkodott szabad szemmel még látunk egy olyan csillagot, amelynek fénye  $8,8 \cdot 10^{-11}$  W/m<sup>2</sup> energiafluxussal éri a szemünket, ha a pupilla  $7,0$  mm átmérőjű? Tegyük fel, hogy a Föld közelében átlagosan  $3,5 \cdot 10^{-3}$  csillag van köbfényévenként, és ezek mindegyike olyan fényű, mint a Nap, azaz a kisugárzott teljesítményük  $3,9 \cdot 10^{26}$  W. Becsüljük meg, hogy ebben az esetben hány csillagot látunk szabad szemmel? Milyen messze van a még éppen látható csillag?

*Jó munkát kíván a JATE Fizikus Tanszékcsoport!*

*A programot a Művelődési és Köznevelési Minisztérium Felsőoktatási Programfinanszírozási Pályázata támogatja.*

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

1999. január 21.

Megoldások

1.

Adatok:  $T = 300 \text{ K}$ ,  $p_{\text{Ne}} = 8,85 \text{ kPa}$ ,  $m_{\text{Ne}} = 0,225 \text{ g}$ ,  $m_{\text{CH}_4} = 0,32 \text{ g}$ ,  $M_{\text{Ne}} = 20 \text{ g}$ ,  $M_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g}$ ,  $M_{\text{Ar}} = 40 \text{ g}$ ,  $p = ?$

Kiszámoljuk az egyes gázokban lévő részecskék (atomok, ill. molekulák) számát:

$$N_{\text{Ne}} = 6,75 \cdot 10^{21}, \quad N_{\text{CH}_4} = 12 \cdot 10^{21}, \quad N_{\text{Ar}} = 2,55 \cdot 10^{21}, \quad N = 21,3 \cdot 10^{21}.$$

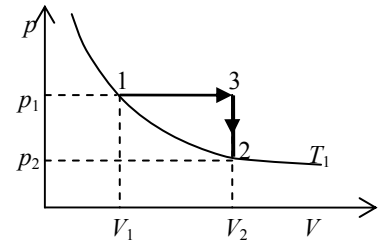
De számolhatjuk a parciális nyomásokat is:  $p_{\text{Ar}} = 3,34 \text{ kPa}$ ,

$$p_{\text{CH}_4} = 15,73 \text{ kPa}.$$

Az állapotegyenletet felírva a kezdeti és a végállapotra:

$$p_{\text{Ne}} \cdot V = N_{\text{Ne}} \cdot k \cdot T \quad \text{és} \quad pV = NkT, \quad \text{ahonnan}$$

$$p = p_{\text{Ne}} \frac{N}{N_{\text{Ne}}} = \underline{27,9 \text{ kPa}}.$$



2.

Adatok:  $T_1 = 10^\circ\text{C} = 283 \text{ K}$ ,  $T_2 = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$ ,  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $A = 1 \text{ m}^2$ ,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

a)  $p_1 = \text{áll.}$ ,  $V = \text{áll.}$

Kezdetben a szobában legyen  $N_1$  részecske,  $30^\circ\text{C}$ -on pedig  $N_2$ . Írjuk fel az állapotegyenletet a kezdeti és a végállapotra:  $p_1 V = N_1 k T_1$  és  $p_1 V = N_2 k T_2$ , ahonnan  $N_2 / N_1 = T_1 / T_2$ . Az eltávozó levegő mennyisége  $N_1 - N_2 = \Delta N$ -el arányos, vagyis  $\Delta N / N_1 = 1 - T_1 / T_2 = \underline{6,6 \%}$ .

b)  $N_1 = \text{áll.}$ ,  $p_2 = ?$ ,  $F = ?$ ,  $h = ?$

Felírva az állapotegyenleteket:  $p_1 V = N_1 k T_1$  és  $p_2 V = N_1 k T_2$ , ahonnan

$$p_2 = p_1 T_2 / T_1 = \underline{1,07 \cdot 10^5 \text{ Pa}},$$

$$F = (p_2 - p_1) A = \underline{7,07 \text{ kN}}, \quad h = \frac{(p_2 - p_1)}{\rho g} = \underline{72 \text{ cm}}. \quad \text{Ilyen vízmélységekhez akváriumot már az}$$

ablaküvegnél vastagabb anyagból készítik. Lehet, hogy ezt a nyomást már nem bírná elviselni az ablaküveg.

3.

Adatok:  $T_1 = 300 \text{ K}$ ,  $Q = 3750 \text{ J}$ ,  $V_2/V_1 = ?$ ,  $p_2/p_1 = ?$ ,  $T_{\text{max}} = ?$

Sokat segíthet, ha az állapotváltozást lerajzoljuk a  $p$ - $V$  síkon. Mivel a kezdő- és a véghőmérséklet azonos, a teljes folyamat során a belsőenergia állandó marad,  $\Delta E = 0$ . Írjuk fel az I. főtétele erre a folyamatra:  $\Delta E = Q + W_{\text{külső}} = Q - W_{\text{gáz}} = 0$ , ahonnan

$$Q = W_{\text{gáz}} = p_1 (V_2 - V_1). \quad \text{Az állapotegyenletből} \quad p_1 = \frac{NkT_1}{V_1}, \quad \text{és} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2.$$

$$Q = NkT_1 \frac{V_2 - V_1}{V_1} = NkT_1 \left( \frac{V_2}{V_1} - 1 \right), \quad \text{innen} \quad \frac{V_2}{V_1} = 1 + \frac{Q}{NkT_1} = \underline{2,51}, \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \underline{0,4}. \quad \text{A hőmérséklet}$$

3-ban maximális, az  $1 \rightarrow 3$  folyamatnál felhasználva, hogy  $p_1 = \text{áll.}$ ,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_{\max}} \rightarrow T_{\max} = T_1 \frac{V_2}{V_1} = \underline{752,9 \text{ K.}}$$

4.

Adatok:  $m = 36 \text{ g}$ ,  $n = 2$ ,  $T = 373 \text{ K} = \text{áll.}$ ,  $L_{\text{forr}} = 2,26 \text{ kJ/g}$ ,  $V_2 = V_1/3$ ,  $p_2 = 2p_1$ ,  $V_1 = ?$ ,  $Q = ?$   
 Abból, hogy a hőmérséklet állandósága ellenére a  $(pV)$  szorzat lecsökken, az következik, hogy a gőz fázisban lévő molekulák száma megváltozik. A térfogatsökkenés közben nő a nyomás egészen addig, amíg eléri a telített vízgőz állapotot, ezután a nyomás már nem változik, a vízgőz egy része viszont lecsapódik, miközben  $Q_1$  hő szabadul fel. Az állandó hőmérséklet megtartásához el kell vezetni részben a  $Q_1$  hőt, részben azt a  $Q_2$  hőt, amely egyenlő azzal a munkával, melyet a telített gőz állapot eléréséig végzünk. Mivel  $p_2 = 101,3 \text{ kPa} (\approx 10^5 \text{ Pa})$ ,

$$p_1 = 50,65 \text{ kPa} (0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}). \text{ Az állapotegyenletből: } V_1 = \frac{nRT}{p_1} = \underline{0,122 \text{ m}^3}.$$

A telített gőz állapotába akkor ér a gőz, amikor a nyomás  $p_2$ , a térfogat  $V_3 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{V_1}{2}$ , az

eddig végzett munka és az elvezetendő hő  $Q_2 = -W = nRT \ln \frac{V_1}{V_3} = 4,3 \text{ kJ}$ .

A lecsapódott gőz tömege  $\Delta m = m \frac{V_3 - V_2}{V_3} = \frac{m}{3} = 12 \text{ g}$ , a felszabadult hő

$$Q_1 = \Delta m \cdot L_{\text{forr}} = 27,12 \text{ kJ. Az összesen elvezetendő hő } Q = Q_1 + Q_2 = \underline{31,42 \text{ kJ.}}$$

Ha a megoldásban sűrűségadatokat használunk, akkor kicsit más eredményeket is kaphatunk, a lecsapódó víz térfogatát érdemes elhanyagolni!

5.

Adatok:  $h = 10 \text{ cm}$ ,  $h_{\text{be}} = 0,75h$ ,  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{olaj}} = 649,5 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $x = ?$

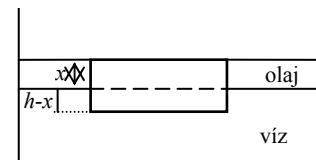
Az úszásra felírva az egyensúly feltételét  $mg - F_{\text{fel}} = 0$ , ha a test keresztmetszete  $A$ , akkor  $Ah\rho_{\text{fa}} = A \cdot 0,75h \cdot \rho_{\text{víz}}$ ,  
 ahonnan  $\rho_{\text{fa}} = \underline{750 \text{ kg/m}^3}$ .

Jelöljük  $x$ -el az olajréteg vastagságát, amikor az olaj felső szintje egybeesik a falemez felső szintjével, akkor a vízbe merülő rész

magassága  $h-x$ , így a nyomás a falemez aljánál  $p = p_0 + \rho_{\text{olaj}}gx + \rho_{\text{víz}}g(h-x)$ . Ebben az

esetben az egyensúly feltétele  $mg + p_0A - pA = 0$ , ahonnan  $x = \frac{h\rho_{\text{víz}}}{4(\rho_{\text{víz}} - \rho_{\text{olaj}})} = \underline{7,13 \text{ cm}}$ .

Ha további olajat rétegezzünk az eddigiek tetejére, akkor a nyomóerők különbsége (a felhajtóerő) nem változik meg, ezért a víz és az olaj határréteghez képest a falemez helyzete nem változik meg. Ez a helyzet stabil lesz, mert, ha a lemezt kicsit lenyomjuk, akkor nő a felhajtóerő és ezért magára hagyva visszaemelkedik előző helyzetébe. Hasonlóan, ha kicsit kiemeljük innen, akkor csökken a felhajtóerő, és ezután elengedve az visszasüllyed az egyensúlyi helyzetébe.



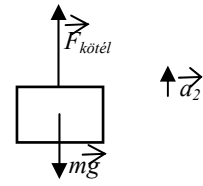
6.

Adatok:  $m = 150 \text{ kg}$ ,  $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ ,  $t_1 = 2,5 \text{ s}$ ,  $t_2 = 1 \text{ s}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $v_1 = ?$ ,  
 $F_{\text{kötél}} = ?$

A felvonó kezdősebesség nélkül indul, majd állandó gyorsulással mozog, így a fékezés előtti sebessége  $v_1 = a_1 t_1 = 10 \text{ m/s}$ . a fékezés

$$\text{szakaszára } a_2 = \frac{0 - 10 \text{ m/s}}{t_2} = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A mozgásegyenletet felírva a fékezés idejére  $mg - F_{\text{kötél}} = ma_2$ , innen  $F_{\text{kötél}} = 2,91 \text{ kN}$ .



7.

Adatok:  $l = 1 \text{ m}$ ,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 4m$ ,  $\mu = 0,15$ ,  $v_1 = ?$ ,  $u_1 = ?$ ,  $h_1 = ?$ ,  $s = ?$

A kezdő- és az ütközés előtti pillanatra felírva a mechanikai energiamegmaradás tételét

$$mg \frac{l}{2} = \frac{1}{2} m v_1^2, \text{ innen } v_1 = 3,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \text{ Az ütközés rugalmas, ezért az ütközésre alkalmazható}$$

az energia- és a lendületmegmaradás tétele  $\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m u_1^2 + \frac{1}{2} 4m u_2^2$ , innen

$$u_2 = \frac{2v_1}{5} = 1,253 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad u_1 = v_1 - 4u_2 = -1,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Az ütközés után a golyó maximális felemelkedése az energiamegmaradás tételéből számítható

$$mgh_1 = \frac{1}{2} m u_1^2, \quad h_1 = 18 \text{ cm}.$$

A meglökött test  $a = \mu g = 1,47 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  lassulással  $s = \frac{u_2^2}{2a} = 53,4 \text{ cm}$  úton áll meg.

8.

Adatok:  $v_1 = 1,2 \text{ m/s}$ ,  $v_2 = 1 \text{ m/s}$ ,  $\mu = 0,3$ ,  $h = 4 \text{ m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $a_1 = ?$ ,  $v = ?$ ,  $a_2 = ?$ ,  $l = ?$

Írjuk fel a lejtőn mozgó test mozgásegyenletét:

a csúszdán:  $mg \sin \alpha - F_s = ma_1$  és  $mg \cos \alpha - F_{ny} = 0$ ,  $F_s = \mu F_{ny}$ ,  $a_1 = 2,36 \text{ m/s}^2$ .

a kifutón:  $mg - F_s' = ma_2$ ,  $F_{ny}' = mg$ ,  $a_2 = -2,94 \text{ m/s}^2$ . A csúszda aljában a sebesség a

munkatételből is kiszámítható:  $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = mgh - F_s \frac{h}{\sin \alpha}$ , innen  $v = 6,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Legyen  $l$

a kifutó hossza:  $\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v^2 = -\mu mgl$ , innen  $l = 6,48 \text{ m}$ .

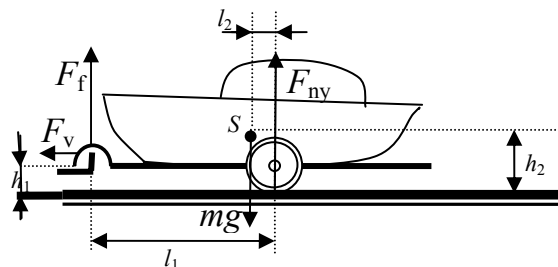
9.

Adatok:  $l_1 = 3 \text{ m}$ ,  $l_2 = 0,1 \text{ m}$ ,  $h_1 = 0,4 \text{ m}$ ,  $h_2 = 1 \text{ m}$ ,  $a_1 = 0$ ,  $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$ ,  $a_3 = -5 \text{ m/s}^2$ ,

$F_{\text{csukló},x} = ?$ ,  $F_{\text{csukló},y} = ?$

A rajzon az utánfutóra ható erők láthatók, akkor tekintjük pozitívnak őket, ha irányuk megegyezik a rajzon látható iránnyal. Az erők forgatónyomatékának összege a tömegközéppontra minden esetben 0 kell, hogy legyen (sajátperdület-tétel szerint gyorsuló kocsí esetében is):

$$F_v (h_2 - h_1) + F_f (l_1 - l_2) - F_t h_2 - F_{ny} l_2 = 0.$$





A mozgásegyenlet vízszintes és függőleges komponensegyenlete:

$F_v - F_t = ma$  és  $F_{ny} - mg + F_f = 0$ , ahol  $F_t$  a kerék szöggyorsulását biztosítja. Ha

feltételezzük, hogy a kerekek tehetetlenségi nyomatéka kicsi, akkor  $F_t$  elhanyagolható a többi erő mellett.

A fenti összefüggésekből  $F_v \approx ma$ ,  $F_f \approx m \frac{gl_2 - a(h_2 - h_1)}{l_1}$ . Newton III. törvénye szerint a

csuklóra ható erők komponensei ellentétes irányúak és azonos nagyságúak, mint az utánfutóra ható erők.

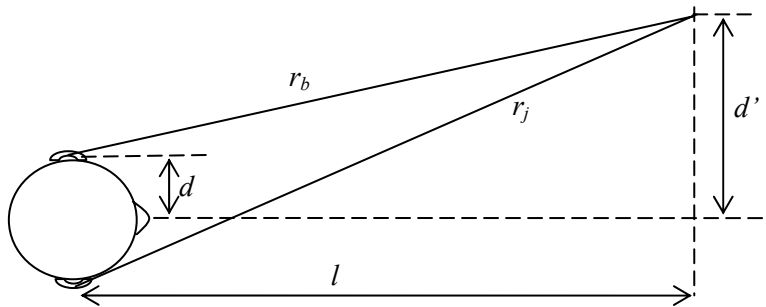
a) Ha  $a = 0$ , akkor  $F_v = 0$  N,  $F_t = 327$  N,  $F_{csukló,x} = 0$  N,  $F_{csukló,y} = 327$  N ↓.

b) Ha  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>, akkor  $F_v = 2000$  N,  $F_t = -73$  N,  $F_{csukló,x} = 2000$  N →,  $F_{csukló,y} = 73$  N ↑.

c) Ha  $a = -5$  m/s<sup>2</sup>, akkor  $F_v = -5000$  N,  $F_t = 1327$  N,  $F_{csukló,x} = 5000$  N ←,  $F_{csukló,y} = 1327$  N ↓.

10.

Adatok:  $2d = 15$  cm,  $l = 10$  m,  $d' = l \cdot \tan 5^\circ = 0,875$  m,  $c_{hang} = 340$  m/s,  $\Delta t = ?$



Használjuk a rajzon látható jelöléseket,

$$r_b^2 = (d - d')^2 + l^2, \quad r_j^2 = (d + d')^2 + l^2, \quad \Delta t = \frac{r_j - r_b}{c_{hang}} = 3,85 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

11.

Az  $i$ -ik órát jelző pontban  $-i \cdot q$  töltés van, az ettől a töltéstől származó télerősség az óra  $O$

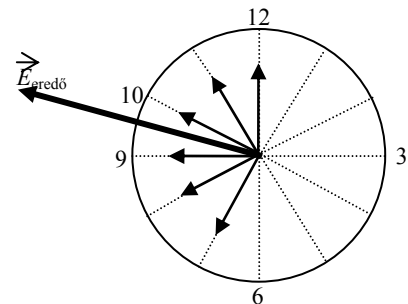
középpontjában az adott töltés fele mutat, és nagysága  $E_i = k \frac{iq}{r^2}$ , ahol  $r$  egy olyan kör sugara,

amelynek kerületén helyezkednek el az egész órát jelző pontok (az óra számlapját szabályos körnek gondoljuk el). A 12 töltéstől származó télerősségvektorok összeadását célszerű első lépésben úgy kezdeni, hogy összeadjuk páronként az egy egyenesbe esőket, így kapjuk a

$$\text{rajzon látható hat azonos } k \frac{(i+6)q}{r^2} - k \frac{iq}{r^2} = k \frac{6q}{r^2}$$

nagyságú vektort. Mivel ez a vektorrendszer szimmetrikus a 9 és 10 órát jelző pontokhoz tartozó szög szögfelezőjére, ezért az eredő erre az egyenesre esik. A kismutató fél 10-kor mutat ebbe az irányba. A megoldásnál feltételeztük, hogy  $q > 0$ . Az eredő irányába eső komponenseket összeadva kiszámítjuk az eredő nagyságát is:

$$\frac{2 \cdot 6 \cdot q \cdot k}{r^2} (\cos 75^\circ + \cos 45^\circ + \cos 15^\circ) = 23,18 \frac{q \cdot k}{r^2}.$$



12.

Adatok:  $B_z = 0,62 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ,  $l_{sz} = 2,5 \text{ m}$ ,  $l_h = 9,5 \text{ m}$ ,  $l_m = 3,5 \text{ m}$ ,  $v = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s}$ ,  
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ ,  $E_i = ?$ ,  $E = ?$ ,  $Q = ?$

Az  $E_i$  indukált elektromotoros erő egyenlő az időegység alatt elmetezett erővonalak számával:  
 $E_i = B_z \cdot l_{sz} \cdot v = \underline{2,58 \cdot 10^{-3} \text{ V/m}}$ .

A térerősség nagysága  $E = E_i / l_{sz} = \underline{1,033 \cdot 10^{-3} \text{ V/m}}$ , iránya merőleges a haladás irányára, azaz az oldalfalakra. A töltés kiszámításánál tegyük fel, hogy a kialakuló elektromos tér jól közelíthető, egy homogén elektromos térrel, mely mindenütt a kocsí eleje és végénél is a fenti térerősséggel bír. Akkor töltés csak az oldallapokon van, melyeken azonos nagyságú, de ellentétes előjelűek a töltések. A töltés nagyságát Gauss-tételéből számíthatjuk ki: tekintsünk egy a kocsí határoló lapjaival párhuzamos oldalú téglatestet úgy, hogy az tartalmazza az egyik oldalfalat, akkor  $E \cdot l_h \cdot l_m = Q / \epsilon_0$ , innen  $Q = \underline{3,04 \cdot 10^{-13} \text{ C}}$ .

13.

Adatok:  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $l = 1 \text{ m}$ ,  $I = 50 \text{ A}$ ,  $\mu_0 = 0,6$ ,  $B_{\min} = ?$ ,  $\alpha = ?$  (a függőlegessel bezárt szög)

Az elmozdítani kívánt rúdra ható  $F = B \cdot I \cdot l$  mágneses erő merőleges a rúd és a  $\vec{B}$  vektor által meghatározott síkra. A rúdra hat még a súlyerő, a függőleges nyomóerő és a tapadási erő, ami vízszintes irányú. Addig nem mozdul el a rúd, amíg az erők egyensúlyban vannak. Ennek feltételét írjuk fel mind a vízszintes, mind a függőleges komponensekre:

$F \cos \alpha - F_t = 0$ ,  $N + F \sin \alpha - mg = 0$ ,  $F_t < \mu_0 N$ , ha teljesül az egyenlőtlenség, akkor nem mozdul meg a rúd. Határozzuk meg erre az esetre a minimális mágneses teret, és irányát. A

fenti egyenletekből  $F = \frac{mg}{\sin \alpha + \cos \alpha / \mu_0}$ . Látható, hogy  $F$ -nek ott lesz minimuma, ahol a

$\sin \alpha + \cos \alpha / \mu_0$  kifejezésnek maximuma van. Ez a szög meghatározható differenciálhányados függvény zérus helyének kiszámításával, vagy a függvény trigonometrikus átalakításával, vagy közelítő numerikus eljárással. Mindegyik teljes értékű. Itt a trigonometrikus átalakítást mutatjuk meg:

$$f(\alpha) = \sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu_0} = \mu_0^{-1} (1 + \mu_0^2) \left[ \mu_0 (1 + \mu_0^2)^{-1} \sin \alpha + (1 + \mu_0^2)^{-1} \cos \alpha \right] = \mu_0^{-1} (1 + \mu_0^2) \sin(\alpha + \varepsilon),$$

ahol  $\mu_0 (1 + \mu_0^2)^{-1} = \cos \varepsilon$  és  $(1 + \mu_0^2)^{-1} = \sin \varepsilon$ . Ezekből  $\tan \varepsilon = 1/\mu_0$ ,  $\varepsilon = 59^\circ$ .  $f(\alpha)$ -nak ott lesz maximuma, ahol  $\sin(\alpha + \varepsilon) = 1$ , innen  $\alpha = \underline{31^\circ}$ .

Ezt behelyettesítve,  $F = 5,145 \text{ N}$ ,  $B = \underline{0,1 \text{ T}}$  adódik.

14.

Adatok:  $E_e = 8,8 \cdot 10^{-11} \text{ W/m}^2$ ,  $d = 7,0 \text{ mm}$ ,  $\rho_N = 3,5 \cdot 10^{-3} (\text{fényév})^{-3}$ ,  $P_{ki} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$ ,  
 $1 \text{ fényév} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$ ,  $P_{szem} = ?$ ,  $N = ?$ ,  $r_{\max} = ?$

A pupilla keresztmetszetén bejutó fény éri a szemünket:  $P_{szem} = E_e d^2 \pi / 4 = \underline{3,387 \cdot 10^{-15} \text{ W}}$ .

Először határozzuk meg, milyen távol lehet a még éppen látható csillag: a csillag által kibocsátott fényteltjesítmény egy öt körülvevő gömb teljes felületén egyenletesen oszlik el, ha még látjuk az  $r$  távolságban lévő csillagot, akkor

$$P_{ki} \geq E_e 4r^2 \pi, \text{ vagyis } r_{\max} = \sqrt{\frac{P_{ki}}{4\pi E_e}} = 5,94 \cdot 10^{17} \text{ m} = \underline{62,8 \text{ fényév}}.$$

A még észlelhető csillagok számát becsülhetjük a talpunk, mint középpont körül írt  $r_{\max}$

sugarú félgömbben lévő csillagok számával  $N \approx \frac{\rho_N 2r_{\max}^3 \pi}{3} = \underline{1813}$ .

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

1999.

## EREDMÉNYEK

## GIMNÁZIUM 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                               | Szaktanár         |
|----------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Fűrész Gábor    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás    |
| 1.       | Imre Olga       | Árpád Fejedeleme Gimnázium, Kistelek                 | Gyuris Sándor     |
| 1.       | Kevei Péter     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás    |
| 1.       | Koreck Ferenc   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás    |
| 1.       | Ribizsár András | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly       |
| 1.       | Földes Péter    | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                     | Nagy Tibor        |
| 2.       | Toldi Péter     | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly       |
| 3.       | Simon István    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László |
| 4.       | Baka Gergely    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly       |
| 4.       | Farkas Viktor   | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                     | Nagy Tibor        |
| 4.       | Kerekes József  | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor        |
| 4.       | Takács Gábor    | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István      |
| 5.       | Balogh Gábor    | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor        |
| 5.       | Romsics Bence   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás    |
| 6.       | Szeli Ferenc    | Deák Ferenc Gimnázium, Szeged                        | Kis Gábor         |
| 6.       | Mracskó Éva     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Ábrahám Gábor     |

## GIMNÁZIUM 10. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                               | Szaktanár                     |
|----------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.       | Ambrus Gergely  | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné                |
| 1.       | Börzsönyi Ádám  | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János, Nagy Tibor      |
| 2.       | Rénes Sándor    | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Szécsiné Festő Hegedűs Margit |
| 3.       | Cseh Péter      | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János, Nagy Tibor      |
| 3.       | Enyedi Gábor    | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                   | Dr. Simon Imréné              |
| 3.       | Marosi András   | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Juhászné Mészáros Mária       |
| 4.       | Jelenka József  | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                   | Dr. Simon Imréné              |
| 4.       | Baka Zsuzsanna  | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                |
| 5.       | Csaszyi Tamás   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné                |
| 5.       | Csukonyi László | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly                   |
| 5.       | Dudás Gábor     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                |
| 5.       | Simon Melinda   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dudás Zoltánné                |
| 5.       | Tari Gábor      | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Kovácsné Bakacsi Judit    |
| 5.       | Zsikó Mihály    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                |
| 6.       | Kaszás Csilla   | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Juhászné Mészáros Mária       |

## GIMNÁZIUM 11. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                               | Szaktanár        |
|----------|-------------------|------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Ungi Tamás        | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Schultz János    |
| 1.       | Buruzs Ádám       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás   |
| 2.       | Flach Attila      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly      |
| 3.       | Tarcsi Károly     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Schultz János    |
| 3.       | Sáfár Szilveszter | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Tóth Károly      |
| 3.       | Herczegh Géza     | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                     | Nagy Tibor       |
| 4.       | Láng Péter        | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János     |
| 4.       | Benkő Zoltán      | Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza                  | Hegedűs Zoltán   |
| 4.       | Náday Attila      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Győri István     |
| 5.       | Csuka Bernát      | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Sebestyén István |
| 5.       | Szabó Béla        | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Sebestyén István |
| 6.       | Szekeres Zsolt    | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor       |

## GIMNÁZIUM 12. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                  | Szaktanár        |
|----------|------------------|---------------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Mező Tamás       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium,<br>Szeged           | Dudás Zoltánné   |
| 2.       | Gáspár Imre      | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium,<br>Szeged           | Dudás Zoltánné   |
| 3.       | Végh Zoltán      | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Győri István     |
| 4.       | Pasztuhov Dániel | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Győri István     |
| 5.       | Samu Axel        | Bethlen Gábor Református Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely | Nagy Tibor       |
| 6.       | Havasi Zsolt     | Hotvátth Mihály Gimnázium, Szentes                      | Gidófalvy György |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                      | Szaktanár              |
|----------|-----------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Mészáros András | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |
| 1.       | Szócs Endre     | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |
| 2.       | Tóth Zoltán     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                       | Nagyné Lakos Mária     |
| 3.       | Csáki Henrik    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                    | Horváth József         |
| 3.       | Ambach Balázs   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                       | Nagyné Lakos Mária     |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 10. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                                         | Szaktanár                 |
|----------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.       | Kelemen Zsolt   | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János           |
| 2.       | Kiss Attila     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor            |
| 3.       | Csenkey Csaba   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor            |
| 4.       | Egri Tamás      | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba                     | Tulkán Zsolt              |
| 4.       | Szabó Gábor     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor            |
| 5.       | Pajerich Mihály | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor            |
| 5.       | Szalka Tamás    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Sraubingerné Kemler Anikó |
| 6.       | Fejős Antal     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Sraubingerné Kemler Anikó |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 11. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                | Szaktanár           |
|----------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Kis Péter         | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks | Csajági Sándor      |
| 2.       | Sándorov Valentin | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola   | Maróti Éva          |
| 3.       | Farkas József     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks | Elblinger Ferenc    |
| 4.       | Kovács Zsolt      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks | Csajági Sándor      |
| 5.       | Tarcsal Lajos     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks | Árokszállási Eszter |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 12. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                                         | Szaktanár           |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.       | Varga Zsolt      | Széchenyi István Közgazdasági és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János     |
| 2.       | Varga Gábor      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |
| 3.       | Bátyai Krisztián | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |
| 4.       | Benyó László     | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor      |
| 5.       | Czeller Miklós   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Csajági Sándor      |
| 6.       | Mózsa Vince      | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                          | Árokszállási Eszter |

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2000. január 20.

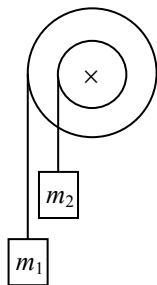
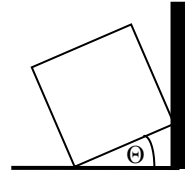
| A gimnazisták feladatai: |                                              | A szakközépiskolások feladatai: |                           |
|--------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 9. osztály:              | 1, 2, 3, 5 (Hőtan)<br>1, 5, 6, 7 (Mechanika) | 9. osztály:                     | 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11.  |
| 10. osztály:             | 2, 4, 7, 9.                                  | 10. osztály:                    |                           |
| 11. osztály:             | 2, 9, 10, 11.                                | 11. osztály:                    | 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12. |
| 12. osztály:             | 4, 10, 11, 12.                               | 12. osztály:                    |                           |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztáznia, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A 9. osztályos gimnazisták hőtan vagy mechanika feladatsort választhatnak.

**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb öt megoldása számít.**

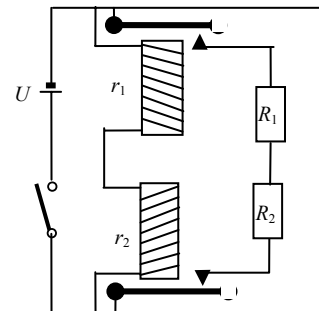
- 3 db olvadó jégkockát dobunk egy teli pohár (2 dl) 18 °C-os vízbe. Mennyire hűl le a víz és mennyi víz folyik ki a pohárból? Van-e különbség, ha egyszerre dobjuk bele a 3 kockát, vagy előbb egyet, és annak elolvadása után a másik kettőt? A jégkocka éle 2 cm. A víz sűrűsége legyen 1 g/cm<sup>3</sup>, függetlenül a hőmérséklettől.
- Két teljesen egyforma, henger alakú tartály nyílásával szembefordulva helyezkedik el. A súlytalan dugattyúkat egy súlytalan rúd köti össze. A tartályok keresztmetszete 300 cm<sup>2</sup>, kezdetben a dugattyúk a tartályok végétől 25 cm-re vannak. A hengerekben normálállapotú levegő van. Mennyit mozdul el a dugattyú, ha az egyik tartályt 150 °C-ra melegítjük, a másik tartályt mindvégig 0 °C-on tartjuk? Mekkora tömegű levegőt kell a másik tartályba benyomni, hogy a dugattyú az eredeti helyén maradjon?
- Egy 0 °C-os rézgyűrű belső átmérője 2,540 cm, tömege 51,6 g. Egy 100 °C -os alumínium gömb sugara 2,545 cm. A gömböt ráhelyezzük a gyűrűre és megvárjuk, amíg kialakul a közös hőmérséklet, ekkor a gömb éppen átfér a gyűrűn. Mennyi a közös hőmérséklet és mekkora a gömb tömege? A hővesztéseket hanyagoljuk el!
- Zárt edényben 1 kg 0 °C-os víz és vele egyensúlyban lévő elhanyagolható térfogatú vízgőz van. Legalább mennyivel kell megnövelni az edény térfogatát, ha azt akarjuk, hogy csak jég és vízgőz legyen benne? Mekkora lesz ekkor a jég tömege? Az edény fala tökéletes hőszigetelő.
- A leggyorsabban futó állat a gepárd, 101 km/h-val képes futni. A második leggyorsabb az antilop 88 km/h-val fut. Ha a gepárd üldözőbe veszi az 50 m-re előtte lévő antilopot, mennyi időbe telik, amíg elkapja? Mekkora távolságot fut be közben a gepárd? A gepárd ezt a csúcssebességet csak 20 s-ig képes tartani, utána pihennie kell. Mekkora az a távolság, ahonnan még beéri a kitartóan futó antilopot?
- Egy iskola körzetében úgy szeretnék a sebességkorlátozás mértékét megállapítani, hogy a maximális fékút 4 m legyen. Mennyi lehet a megengedett sebesség, ha egy átlagos autó, fékezésakor legfeljebb 7 m/s<sup>2</sup> lassulást tud elérni, és a vezetők átlagos reakcióideje 0,5 s. A 4 m-es fékút mekkora hányadát tette meg az autó a reakcióidő alatt?

7. Egy fakorongot egyszer a jégen csúsztatva, aztán ferdén hajítva dobunk el, ugyanazon  $10 \text{ m/s}$  kezdősebességgel. Hogyan jut messzebbre, ha a fának jégen  $0,2$  a csúszási súrlódási együtthatója, és feltesszük, hogy a fadarab a jéggel teljesen rugalmasan ütközik? Hogyan juttathatjuk a fakorongot legrövidebb idő alatt a  $4 \text{ m}$  távolságban, a jégen lévő célba?
8. Egy  $M$  tömegű kocka az ábrán látható módon súrlódásmentes falnak támaszkodik. Mekkora az a minimális tapadási együttható a kocka és a talaj között, ami meggátolja a kocka elcsúszását?
9. Megtervezendő egy útkanyar a következő feltételekkel: amikor az út jeges ( $0,08$  a tapadási együttható), az álló autó nem csúszhat a kanyar közepe felé, ezen kívül  $60 \text{ km/h}$ -nál kisebb sebességeknél nem sodródhat kifelé. Mekkora lehet a legkisebb pályasugár? Mekkora szögben kell a vízszinteshez képest megdőteni az úttestet a legkisebb sugárnál?

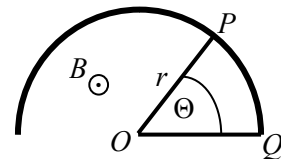


10. Egy  $M$  össztömegű lépcsős tárcsán a sugarak és a tömegek aránya is  $2:1$ . A tárcsákra tekert fonalokról az  $m_1$  és  $m_2$  tömegű testek lógnak le. A tárcsa vízszintes, rögzített tengely körül súrlódás nélkül elfordulhat. Hogyan mozog az  $m_1$  tömegű test, ha a rendszert magára hagyjuk?

11. Az ábrán látható kapcsolásban a telep feszültsége  $33 \text{ V}$ , belső ellenállása elhanyagolható. Az ellenállások értékei  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ . Az  $r_1 = 50 \Omega$  ellenállású relé  $5 \text{ V}$  feszültség hatására behúz, és akkor enged el, ha a feszültsége  $3 \text{ V}$  alá csökken. Az  $r_2 = 250 \Omega$  ellenállású relé megfelelő adatai  $10 \text{ V}$  és  $6 \text{ V}$ . Mi történik, ha zárjuk a kapcsolót?



12.  $1,2 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű,  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$  fajlagos ellenállású vezetékből  $r = 24 \text{ cm}$  sugarú félkörívét formázunk. Ugyanebből a vezetékből egy  $OP$  egyenes darab az  $O$  körül foroghat, és  $P$ -nél csúszik a köríven, egy további  $OQ$  egyenes darabja zárja a hurkot. Az egész elrendezés  $B = 0,15 \text{ T}$  nagyságú, a rajz síkjára merőleges mágneses mezőben fekszik. Az  $OP$  szakasz a  $\Theta = 0^\circ$  helyzetből, nyugalomból indul  $\beta = 12 \text{ rad/s}^2$  állandó szöggyorsulással. Milyen  $\Theta$  értéknél lesz maximális az indukált áram? Milyen nagyságú ez a maximális áram?



*Jó munkát kíván az SZTE Fizikus Tanszékcsoport!*

*A programot az Oktatási Minisztérium Felsőoktatási Programfinanszírozási Pályázata támogatta.*



## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2000. január 20.

Megoldások

1.

Adatok:  $V_0 = 2 \text{ dl} = 200 \text{ cm}^3$ ,  $\rho_v = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $m = 200 \text{ g}$ ,  $t_0 = 18^\circ\text{C}$ ,  $c = 4,183 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{C)}$  $0^\circ\text{C}$ -os jégkocka:  $a = 2 \text{ cm}$ ,  $V = 8 \text{ cm}^3$ ,  $\rho_j = 0,92 \text{ g/cm}^3$ ,  $L_o = 334,96 \text{ kJ/kg}$ 

a) 3 db jégkockát dobunk a vízbe:

1 kocka  $0,92V = 7,36 \text{ cm}^3$ , azaz  $m_j = 7,36 \text{ g}$  vizet szorít ki, tehát kifolyik a pohárból $3m_j = 22,08 \text{ g}$  víz és marad  $m_v = m - 3m_j = 177,92 \text{ g}$ .

A jégkockák megolvasztásához és felmelegítéséhez szükséges hőt a víz lehűlése fedezi:

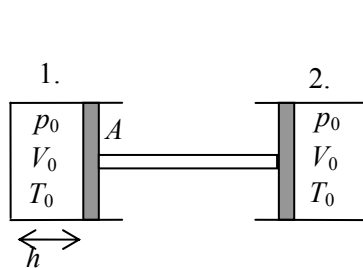
$$* m_v c (t_0 - t) = 3m_j L_o + 3m_j c t. \text{ Ebből a közös hőmérséklet: } t = \frac{m_v c t_0 - 3m_j L_o}{m c} = 7,17^\circ\text{C}.$$

b) Először 1 kockát bedobva  $m_j = 7,36 \text{ g}$   $18^\circ\text{C}$ -os víz folyik ki, és marad a pohárban

$$m_v = m - m_j = 192,64 \text{ g} \text{ víz, a közös hőmérséklet } * \text{ alapján: } t_1 = \frac{m_v c t_0 - m_j L_o}{m c} = 14,39^\circ\text{C}.$$

Most 2 jégkockát bedobva, kifolyik  $2m_j = 14,72 \text{ g}$ ,  $14,39^\circ\text{C}$ -os víz (tehát a rendszer energiája kevésbé csökken, mint az a) esetben), marad a pohárban  $m_v = m - 2m_j = 185,28 \text{ g}$  víz. A végső

$$\text{hőmérséklet } * \text{ alapján: } t_2 = \frac{m_v c t_1 - 2m_j L_o}{m c} = 7,43^\circ\text{C}.$$

A végső hőmérséklet a b) esetben magasabb, bár a különbség nem jelentős.

2.

Adatok:  $A = 300 \text{ cm}^2$ ,  $h = 25 \text{ cm}$ ,  $V_0 = A \cdot h = 7500 \text{ cm}^3$  $T_0 = 273 \text{ K}$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $M = 29 \text{ g}$  (levegő)

a)

1. tartály:  $T_1 = 423 \text{ K}$ ,  $p_1$ ,  $V_1 = A(h+x)$ ,2. tartály:  $T_0$ ,  $p_2$ ,  $V_2 = A(h-x)$ .A merev összeköttetés miatt  $p_2 = p_1$ .

Felírva az állapotegyenleteket, majd elosztva az azokat

$$\text{egymással: } \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 A(h+x)}{T_1} \quad \text{és} \quad \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_2 A(h-x)}{T_0} \Rightarrow \frac{h+x}{T_1} = \frac{h-x}{T_0}.$$

$$\text{Tehát a dugattyúk } x = \frac{h(T_1 - T_0)}{T_1 + T_0} = 5,38 \text{ cm} \text{-t mozdulnak el.}$$

b)

$$1. \text{ tartály: } \frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow p_1 = 1,55 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

$$2. \text{ tartály: kezdetben } \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{m_0 R}{M}, \text{ majd } p_2 = p_1 \text{ és } \frac{p_2 V_0}{T_0} = \frac{m_2 R}{M}.$$

Ezekből az egyenletekből:

$$m_0 = \frac{p_0 V_0}{T_0} \frac{M}{R} = 9,58 \text{ g, vagy } m_0 = \rho V_0 = 9,69 \text{ g, itt } \rho = 1,2928 \text{ kg/m}^3 \text{ a normálállapotú}$$

levegő sűrűsége,

$$m_2 = \frac{p_2 V_0}{T_0} \frac{M}{R} = \frac{p_2}{p_0} m_0 = 1,55 m_0. \text{ Tehát } \Delta m = 0,55 m_0 \approx 5,3 \text{ g} \text{ levegőt kell a tartályba nyomni.}$$

3.

Adatok:

rézgyűrű:  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ ,  $d_1 = 2,540\text{ cm}$ ,  $m_1 = 51,6\text{ g}$ ,  $\alpha_1 = 1,62 \cdot 10^{-5}\text{ } 1/^\circ\text{C}$ ,  $c_1 = 385,2\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ alumíniumgömb:  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ ,  $d_2 = 2,545\text{ cm}$ ,  $\alpha_2 = 2,39 \cdot 10^{-5}\text{ } 1/^\circ\text{C}$ ,  $c_2 = 900,21\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$  (közepes)Az alumínium gömbre:  $d_2 = d_0(1 + \alpha_2 100^\circ\text{C})$ ,  $d_0 = \frac{d_2}{1 + \alpha_2 100^\circ\text{C}} = \underline{2,539\text{ cm}}$ .Ha nincs hőveszteség:  $m_1 c_1 t = m_2 c_2 (100^\circ\text{C} - t)$  \* $t$  hőmérsékleten az átmérők megegyeznek:

$$d = d_1(1 + \alpha_1 t), \quad d = d_2(1 + \alpha_2 t) \quad \Rightarrow \quad d_1(1 + \alpha_1 t) = d_2(1 + \alpha_2 t).$$

A közös hőmérséklet:  $t = \frac{d_1 - d_0}{d_0 \alpha_2 - d_1 \alpha_1} = \underline{51,2^\circ\text{C}}$ .Az alumínium gömb tömege \*-ból:  $m_2 = \frac{m_1 c_1 t}{c_2 (100^\circ - t)} = \underline{23,16\text{ g}}$ .Megjegyzés: Az alumínium gömb tömege a közös hőmérséklet felhasználása nélkül is adódik, a sűrűség felhasználásával. Például  $\rho = 2,702\text{ g/cm}^3$ ,  $18^\circ\text{C}$ -on.

$$d = d_0(1 + \alpha_2 18^\circ\text{C}) = 2,540\text{ cm}, \quad V = \frac{4\pi}{3} \left( \frac{d}{2} \right)^3 = 8,580\text{ cm}^3, \quad m = \rho V = \underline{23,18\text{ g}}.$$

Az eredmények erősen függenek a számítás közben használt tizedes jegyek számától. Minden elvileg helyes eredmény, ha nem tartalmaz egyéb hibát, teljes pontszámot kapjon.

4.

Adatok:  $m_v = 1\text{ kg}$  víz,  $T = 273\text{ K}$  marad végig,  $L_p = 2500,5\text{ kJ/kg}$ ,  $L_o = 334,96\text{ kJ/kg}$ 

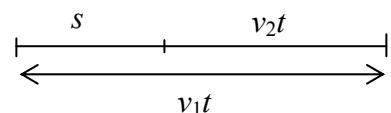
Ha megnöveljük a térfogatot, a víz párolog és mivel zárt térben van, a szükséges hőt a maradék víz megfagyása fedezi.

 $m_g$  elpárolog,  $m_v - m_g$  megfagy:

$$m_g L_p = (m_v - m_g) L_o \quad \Rightarrow \quad m_g = \frac{L_o m_v}{L_o + L_p} = 0,118\text{ kg}.$$

Tehát  $m_v - m_g = \underline{0,882\text{ kg}}$  jég lesz az edényben.Mivel a telített vízgőz sűrűsége a táblázat szerint  $0^\circ\text{C}$ -on  $\rho = 0,0048\text{ kg/m}^3$ , az edény térfogatát  $V_g = m_g / \rho = \underline{24,58\text{ m}^3}$ -rel kell megnövelni.

5.

Adatok:  $v_1 = 101\text{ km/h} = 28,06\text{ m/s}$ ,  
 $v_2 = 88\text{ km/h} = 24,44\text{ m/s}$ ,  $s = 50\text{ m}$ 

a) Amikor a gepárd elfogja az antilopot:

 $s + v_2 t = v_1 t$ . Tehát  $t = \frac{s}{v_1 - v_2} \approx \underline{13,8\text{ s}}$  alatt utolérte. Eközben  $v_1 t \approx \underline{387,6\text{ m}}$  távolságot futott

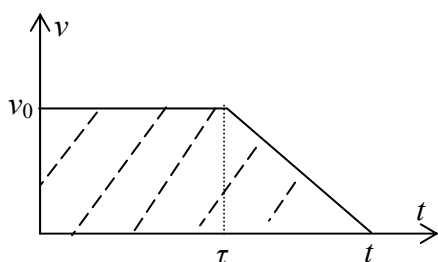
be.

b)  $t' = 20\text{ s}$  $s' + v_2 t' = v_1 t' \quad \Rightarrow \quad s' = (v_1 - v_2) t' = \underline{72,4\text{ m}}$  előny esetén még beéri az antilopot.

6.

Adatok:  $s = 4 \text{ m}$ ,  $a = 7 \text{ m/s}^2$ ,  $\tau = 0,5 \text{ s}$ Az autó a reakcióidő alatt még  $v$  sebességgel halad, utána egyenletesen lassul a megállásig.

A sebesség-idő grafikon alatti terület a megállásig megtett út:



$$s = \frac{v_0(\tau + t)}{2} \quad *$$

A sebesség a  $t - \tau$  idő alatt lesz nulla:  $v_0 = a(t - \tau)$ ,

$$*-ból \quad s = \frac{a}{2}(t^2 - \tau^2) \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} + \tau = \underline{1,18 \text{ s.}}$$

Így a megengedett sebesség:

$$v_0 = a(t - \tau) = 4,76 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 17,14 \frac{\text{km}}{\text{h.}}$$

A reakcióidő alatt megtett út  $v_0 \tau$ , ennek aránya a teljes úthoz:

$$\frac{v_0 \tau}{s} = \frac{2,38}{4} = 0,595 = \underline{59,5 \%}.$$

7.

Adatok:  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ ,  $\mu = 0,2$ ,  $s = 4 \text{ m}$ ,  $s_1 = ?$   $s_2 = ?$   $t_1 = ?$   $t_2 = ?$  (ahol az 1-es index tartozik a csúsztatáshoz, a 2-es a hajításhoz)

a) Ha csúszik a korong, akkor

$$a = -\mu g, \quad v(t) = v_0 - \mu g t \quad \text{és} \quad 0 = v_0 - \mu g t_{cs} \Rightarrow t_{cs} = \frac{v_0}{\mu g} = \underline{5,1 \text{ s}},$$

$$s_1 = \frac{v_0}{2} t_{cs} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \underline{25,48 \text{ m.}}$$

Innen  $t_1 = \underline{0,417 \text{ s}}$ , a másik gyök nagyobb, mint  $t_{cs}$ .b) Ha elhajítjuk a korongot, akkor röpkül a legmesszebbre, ha a hajítás szöge  $45^\circ$ :

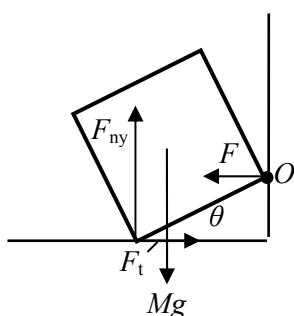
$$s_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \underline{10,19 \text{ m.}}$$

Ha a hajítás 4 m-re történik, akkor  $s = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$ , innen  $\beta = 111,55^\circ$ ,  $t_2 = \frac{s}{v_0 \cos \beta} = \underline{0,408 \text{ s.}}$ 

Ha a korongot csúsztatjuk, lényegesen messzebbre jut mint elhajítva. Viszont a 4 m-re lévő célba előbb eljut a megfelelően elhajított korong, mint a csúsztatott.

Megjegyzés: Elképzelhető a rugalmatlan ütközés úgyis, hogy a korong csak a felületre merőleges sebességkomponensét veszíti el. Akkor az ütközés után még csúszik is a korong és így eljuthat 28,22 m távolságra (ha a hajítás szöge  $10,08^\circ$ ), ami már nagyobb a csúszással megtett távolságnál.

8.



Rajzoljuk fel a testre ható erőket, és írjuk fel a kocka egyensúlyának feltételeit:

$$\sum \vec{F}_i = 0 \Rightarrow F - F_t = 0$$

$$F_{ny} - Mg = 0$$

$$\sum M_i = 0 \text{ az O-n átmenő tengelyre:}$$

$$Mg \frac{a}{\sqrt{2}} \cos(45^\circ - \theta) + F_t a \sin \theta - F_{ny} a \cos \theta = 0.$$

A kocka addig nem csúszik meg, amíg  $F_t \leq \mu_0 F_{ny}$ .

A fentiekből következik, hogy  $\mu_0 \geq \frac{1}{2} \left( \frac{\cos \theta}{\sin \theta} - 1 \right)$  szükséges az egyensúlyhoz, ahonnan a

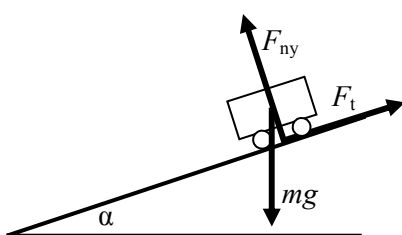
minimális  $\mu_0$  leolvasható:  $\mu_{0\min} = \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \theta - 1)$ .

Megjegyzés: A kocka fenti helyzete csak  $\theta \leq 45^\circ$ -nál jöhet létre.

9.

Adatok:  $\mu_0 = 0,08$ ,  $v_0 = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s} > v$ ,  $v_1 = 0$

Ha  $v_1 = 0$ , akkor az autóra ható erők az ábrán láthatóak. Az egyensúly feltétele:



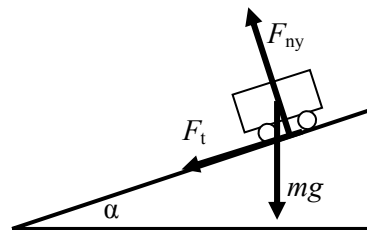
$$F_{ny} - mg \cos \alpha = 0$$

$$mg \sin \alpha - F_t = 0, \text{ a tapadás miatt } F_t \leq \mu_0 F_{ny},$$

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \mu_0 \Rightarrow \alpha \leq 4,57^\circ.$$

Ha az úttestet megdöntjük, akkor a pálya sugara kisebb lehet, mint vízszintes pálya esetén.

A mozgó autó esetén célszerű az erőket vízszintes és függőleges komponensekre bontani, mivel az eredő erő vízszintes, a körpálya középpontjába mutat és  $mv^2/R$  nagyságú ( $v$  állandó):



$$F_{ny} \sin \alpha + F_t \cos \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$F_{ny} \cos \alpha - F_t \sin \alpha - mg = 0,$$

Innen

$$F_t = m \frac{v^2}{R} \cos \alpha - mg \sin \alpha \text{ és } F_{ny} = m \frac{v^2}{R} \sin \alpha + mg \cos \alpha.$$

A kerekek tapadnak, ha  $F_t \leq \mu_0 F_{ny}$ , ahonnan  $R \geq \frac{v^2 (\cos \alpha - \mu_0 \sin \alpha)}{g (\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha)} = 175,8 \text{ m}$ .

Megjegyzés: Ha a sebesség nem állandó, akkor a tapadási erő egy része biztosítja a sebességváltozást és csak a másik része akadályozza a kicsúszást! Az R-re kapott egyenlőtlenségből megmutatható, hogy a jobb oldal  $\alpha$ -nak csökkenő függvénye!

10.

$$\text{A lépcsős tárcsára: } \Theta = \frac{1}{2} \frac{2}{3} MR^2 + \frac{1}{2} \frac{M}{3} \left( \frac{R}{2} \right)^2 = \frac{3}{8} MR^2.$$

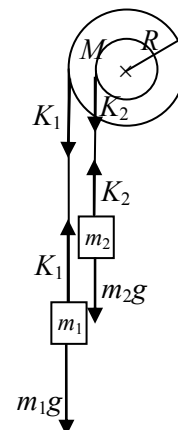
Írjuk fel a mozgásegyenleteket:

$$m_1 g - K_1 = m_1 a_1$$

$$m_2 g - K_2 = m_2 a_2$$

$$\frac{K_1 R + K_2 \frac{R}{2}}{2} = \Theta \beta$$

Tegyük fel, hogy mindkét kötel feszes, akkor  $K_1, K_2 > 0$  és  $a_1 = \beta R$ ,  $a_2 = \beta R/2$ .



Innen

$$a_1 = \frac{8m_1 - 4m_2}{8m_1 + 2m_2 + 3M} g, \quad a_2 = \frac{a_1}{2}, \quad \beta = \frac{a_1}{R},$$

$$K_1 = \frac{m_1(3M - 2m_2)}{8m_1 + 2m_2 + 3M} g > 0, \quad \text{ha } M > \frac{2}{3}m_2.$$

Ha

$$M = \frac{2}{3}m_2, \quad \text{akkor } K_1 = 0, \quad a_1 = g, \quad \text{és}$$

$$M < \frac{2}{3}m_2, \quad \text{akkor } K_1 = 0, \quad a_1 = g, \quad K_2 \text{ mindig pozitív!}$$

A mozgásegyenletek:

$$m_2 g - K_2 = m_2 a_2$$

$$K_2 \frac{R}{2} = \Theta \beta \quad \text{és} \quad a_2 = \frac{R}{2} \beta.$$

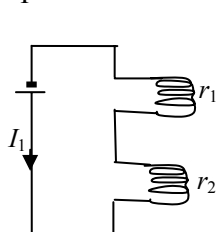
$$\text{Innen } a_2 = \frac{2m_2}{2m_2 + 3M} g, \quad \beta = \frac{2a_2}{R}, \quad a_1 = g.$$

11.

Adatok:  $U = 33 \text{ V}$ ,  $r_1 = 50 \Omega$ ,  $r_2 = 250 \Omega$ ,  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ ,  $U_{1be} = 5 \text{ V}$ ,  $U_{1ki} = 3 \text{ V}$ ,  $U_{2be} = 10 \text{ V}$ ,  $U = 6 \text{ V}$

A relék ki-, illetve bekapcsolt állapotától függ, hogy az áramkör mely részén folyik áram, és hogy az ellenállások hogyan kapcsolódnak egymáshoz. Az áramkörből egyszerűbb rajz készíthető, ha csak azt a részét rajzoljuk le, ahol folyik áram.

1. lépés: mindkét relé nyitva van a kapcsoló zárásának pillanatában:



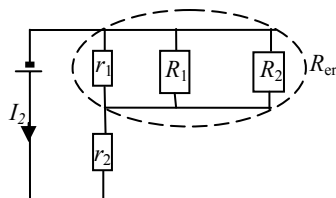
$$I_1 = \frac{U}{r_1 + r_2} = \underline{0,11 \text{ A}}.$$

A relékre jutó feszültségek:

$$U_1 = r_1 I_1 = \underline{5,5 \text{ V}}, \quad U_2 = r_2 I_1 = \underline{27,5 \text{ V}}.$$

Mindkét relé behúz!

2. lépés: relék zárva:

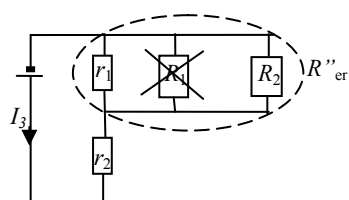


$$\frac{1}{R_{er}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad R_{er} = 23,81 \Omega.$$

$$I_2 = \underline{0,12 \text{ A}}, \quad U_1' = \underline{2,86 \text{ V}}, \quad U_2' = \underline{30,14 \text{ V}}.$$

Megszakad az 1-es relé!

3. lépés: 1. relé nyitva, 2. relé zárva:



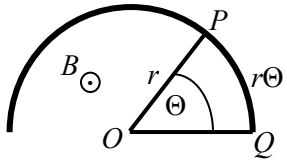
$$R''_{er} = 45,45 \Omega, \quad I_3 = 0,112 \text{ A}$$

$$U_1'' = \underline{5,09 \text{ V}} \quad \text{és} \quad U_2'' = \underline{27,91 \text{ V}}.$$

Az 1-es relé újra behúz, és periodikusan ismétlődik a 2. és 3. lépés.

12.

Adatok:  $A = 1,2 \text{ mm}^2$ ,  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ ,  $r = 24 \text{ cm}$ ,  $B = 0,15 \text{ T}$ ,  $\beta = 12 \text{ rad/s}^2$ .Számítsuk ki a szögelfordulást:  $\Theta = \frac{1}{2} \beta t^2$ .Számítsuk ki az  $OPQO$  hurok ellenállását:



$$R(\Theta) = 2R_r + R_r \Theta = R_r \left( 2 + \frac{1}{2} \beta t^2 \right), \quad \text{ahol} \quad R_r = \rho \frac{r}{A}.$$

A hurkon átmenő indukciófluxus:

$$\Phi = B \frac{\Theta}{2\pi} r^2 \pi = \frac{1}{4} \beta r^2 B t^2 = \text{állandó} \cdot t^2. \quad \text{Az indukált feszültséget}$$

hasonló módon számoljuk ki, mint a gyorsuló mozgásoknál az út-idő függvényből a sebességet:

$$U_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{2} \beta r^2 B t.$$

Az indukált áram:

$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{\frac{1}{2} \beta r^2 B t}{\rho \frac{r}{A} \left( 2 + \frac{1}{2} \beta t^2 \right)},$$

összük el a számlálót és a nevezőt is  $t$ -vel:  $I = \frac{\beta r B A}{2\rho} \frac{1}{\frac{2}{t} + \frac{\beta t}{2}}$ , az áram ott lesz maximális,

ahol a második tört nevezője minimális. Alkalmazzuk a számtani és a mértani közepekre

$$\text{vonatkozó egyenlőtlenséget: } \frac{\frac{2}{t} + \frac{\beta t}{2}}{2} \geq \sqrt{\frac{2}{t} \cdot \frac{\beta t}{2}} = \beta.$$

$$\text{Ezt felhasználva: } I \leq \frac{\beta r B A}{4\rho\sqrt{\beta}} = \frac{\sqrt{\beta} r B A}{4\rho} = 2,2 \text{ A} = I_{\max}.$$

Hol lesz maximális az áramerősség, ahol:

$$\frac{2}{t_m} = \frac{\beta t_m}{2} \Rightarrow t_m^2 = \frac{4}{\beta}, \quad \Theta(t_m) = \frac{1}{2} \beta t_m^2 = 2 \text{ rad}.$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
2000.

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium 9. évfolyam

| Helyezés | Név                 | Iskola                                                         | Szaktanár               |
|----------|---------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.       | Károly Zoltán       | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén       |
| 2.       | Tóth Sándor         | Batsányi János Gimnázium, Csongrád                             | Szucsán András          |
| 2.       | Tátrai Dávid        | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Nagy Anett              |
| 3.       | Bérczi Kristóf      | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Győri István            |
| 3.       | Zsilák-Urbán Mihály | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Nagy Anett              |
| 4.       | Müller Viktor       | Református Gimnázium, Kecskemét                                | Szöllősiné Arany Tünde  |
| 5.       | Kótai Viktor        | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Juhászné Mészáros Mária |
| 5.       | Czirok János Balázs | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Nagy Anett              |
| 5.       | Ménesi Tamás        | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Juhászné Mészáros Mária |
| 5.       | Komlósi Gergely     | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely           | Nagy Tibor              |
| 6.       | Béli Dorián         | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Juhászné Mészáros Mária |
| 6.       | Rácz Balázs         | Katona József Gimnázium, Kecskemét                             | Sáróné Szabó Irén       |

## Gimnázium 10. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                         | Szaktanár         |
|----------|------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Fűrész Gábor     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Csányi Sándor     |
| 2.       | Romsics Bence    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Csányi Sándor     |
| 2.       | Kevei Péter      | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Csányi Sándor     |
| 3.       | Janáky Csaba     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné    |
| 4.       | Takács Gábor     | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István      |
| 4.       | Marton József    | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Dr. Kovács László |
| 5.       | Baranya Tibor    | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István      |
| 5.       | Ritzinger György | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                             | Pécsi István      |
| 5.       | Bényász László   | Eötvös József Középiskola, Heves                               | Tófalusi Péter    |
| 5.       | Imre Olga        | Árpád Fejedelem Gimnázium, Kistelek                            | Gyuris Sándor     |
| 6.       | Ribizsár András  | JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly       |
| 6.       | Koreck Ferenc    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged | Csányi Sándor     |

## Gimnázium 11. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                                            | Szaktanár                          |
|----------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.       | Enyedi Gábor      | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                                | Dr. Simon Imréné,<br>Varga István  |
| 2.       | Karasi Mihály     | Szent István Gimnázium, Kalocsa                                   | Szőke Imre                         |
| 2.       | Börzsönyi Ádám    | Bethlen Gábor Református Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely           | Berecz János                       |
| 3.       | Nagy Dávid        | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét                                 | Borsos Ferenc, Bakk<br>János       |
| 4.       | Ambrus Gergely    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és<br>Általános Iskola, Szeged | Dudás Zoltánné                     |
| 4.       | Gyebnár Gábor     | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged                  | Juhászné Mészáros<br>Mária         |
| 4.       | Kálmán Zoltán     | Versey Ferenc Gimnázium, Szolnok                                  | Szécsiné Festő Hegedűs<br>Margit   |
| 5.       | Szabó Ákos        | Nyíregyházi Evangélikus Kossuth Lajos<br>Gimnázium                | Tófalusi Péter                     |
| 5.       | Vizer Tibor       | Piarista Gimnázium, Kecskemét                                     | Zajacz Lajos, Szőke-<br>Tóth Zsolt |
| 6.       | Kecskeméti Balázs | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly                        |
| 6.       | Szabó Géza        | Katona József Gimnázium, Kecskemét                                | Sáró Péter                         |
| 6.       | Takács József     | Bolyai János Gimnázium, Kecskemét                                 | Vincze Zoltán                      |

## Gimnázium 12. évfolyam

| Helyezés | Név                | Iskola                                                            | Szaktanár             |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Buruzs Ádám        | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és<br>Általános Iskola, Szeged | Mike János            |
| 2.       | Székely Attila     | Református Gimnázium, Kecskemét                                   | Sikó Dezső            |
| 3.       | Pereszlényi Attila | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                                  | Nagy Tibor            |
| 4.       | Herczegh Géza      | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                                  | Nagy Tibor            |
| 5.       | Godány Tamás       | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba                                | Szabó Zsófia          |
| 5.       | Sáfar Szilveszter  | JATE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged                  | Tóth Károly           |
| 5.       | Szekeres Zsolt     | Bethlen Gábor Református Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely           | Nagy Tibor            |
| 6.       | Juhász Miklós      | Versey Ferenc Gimnázium, Szolnok                                  | Sebestyén István      |
| 6.       | Ungi Tamás         | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és<br>Általános Iskola, Szeged | Schultz János         |
| 6.       | Ivaskó György      | III. Béla Gimnázium, Baja                                         | Dr. Szkladányi András |
| 6.       | Csuka Bernát       | Versey Ferenc Gimnázium, Szolnok                                  | Sebestyén István      |



## Szakközépiskola 9. évfolyam

| Helyezés | Név           | Iskola                                                                       | Szaktanár       |
|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Szalma Tamás  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                     | Tóth Péterné    |
| 2.       | Sányi Viktor  | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Huszká Márta    |
| 3.       | Falusi Zoltán | Vásárhelyi Pál Műszaki Szakközépiskola, Békéscsaba                           | Subaticz Imréné |
| 3.       | Tözsér Dénes  | Kandó Kálmán Műszaki Szakmunkásképző és Szakközépiskola, Kecskemét           | Márkus Erika    |

## Szakközépiskola 10. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                      | Szaktanár              |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Mészáros András  | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |
| 2.       | Polestyuk Zoltán | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |
| 3.       | Csengeri Attila  | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |

## Szakközépiskola 11. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                                       | Szaktanár                  |
|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.       | Hoffer János    | Kandó Kálmán Műszaki Szakmunkásképző és Szakközépiskola, Kecskemét           | Jusztin Zsuzsa             |
| 2.       | Sebestyén Zsolt | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Straubingerné Kemler Anikó |
| 3.       | Andrási Miklós  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                        | Straubingerné Kemler Anikó |
| 3.       | Csákó Tamás     | Széchenyi István Közgazdasági és Külkereskedelmi Szakközépiskola, Békéscsaba | Dr. Szabó János            |

## Szakközépiskola 12. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                      | Szaktanár            |
|----------|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Kákonyi Róbert  | Műszaki Szakközépiskola és Szakmunkásképző Intézet, Kalocsa | Pécsiné Kollár Ágnes |
| 2.       | Petró János     | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba  | Tulkán Zsolt         |
| 3.       | Körmendi József | Gábor Dénes Gimnázium, Műszaki Szakközépiskola, Szeged      | Kovács Sándorné      |
| 3.       | Rácz Attila     | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                    | Horváth József       |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny**  
**2001. január 18.**

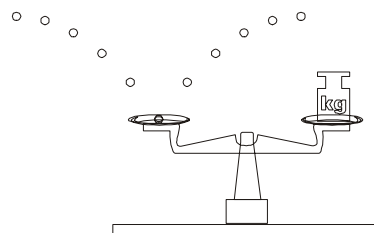
| <i>A gimnazisták feladatai:</i> |                                                              | <i>A szakközépiskolások feladatai:</i> |                             |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| 9. évf.                         | <b>1, 2, 3, 4.</b> (Hőtan)<br><b>3, 4, 5, 6.</b> (Mechanika) | 9. évf.                                | <b>1, 2, 3, 4, 5, 6.</b>    |
| 10. évf.                        | <b>1, 4, 7, 8.</b>                                           | 10. évf.                               |                             |
| 11. évf.                        | <b>9, 10, 11, 12.</b>                                        | 11. évf.                               | <b>1, 4, 8, 10, 12, 14.</b> |
| 12. évf.                        | <b>11, 13, 14, 15.</b>                                       | 12. évf.                               |                             |

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A 9. osztályos gimnazisták hőtan vagy mechanika feladatsort választhatnak.

**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb öt megoldása számít.**

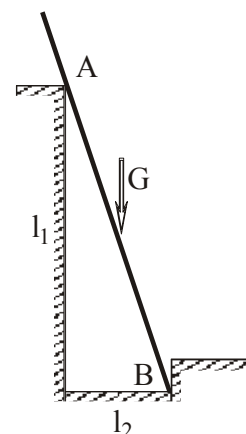
1. Bizonyos mennyiségű oxigéngázt állandó nyomáson addig melegítünk, amíg a térfogata az eredeti kétszerese nem lesz. Utána ugyanezen a térfogaton addig hűtjük, amíg az összes előzőleg fölvevett hőt le nem adja. Adjuk meg a kiindulási és a végső hőmérséklet arányát!
2. Egy 0,3 m átmérőjű henger alakú edény felső végét dugattyú zárja el. A hengert légköri nyomású gázzal töltjük fel mindaddig, amíg a felfelé haladó dugattyú el nem éri az 1 m magasságot. Ekkor lezárjuk a gázvezetékét. Meddig süllyed a dugattyú, ha egy 70 kg tömegű ember áll rá?
3. Egy tengerjáró hajó az óceánról (relatív sűrűsége 1,025) beérve az édesvízre kicsit jobban megmerül. Amikor kirakodják a 600 000 kg terhet, újra az eredeti szintig emelkedik ki. Mekkora volt a hajó tömege a kirakodás előtt, ha a hajó oldalait a vízvonalnál függőlegesen tekintjük?
4. Két azonos tömegű és térfogatú, de különböző átmérőjű, tehát különböző magasságú henger alakú edényt szájával lefelé függőlegesen víz alá nyomunk addig, amíg a fenekük éppen víz alá ér. Melyiket kell nagyobb erővel a víz alatt tartani?
5. Egy zsonglőr öt labdát tart mozgásban, egymás után 3 m magasra földobálva azokat. Határozzuk meg az egymás utáni dobások közti időkülönbséget! Adjuk meg a másik négy labda helyzetét abban a pillanatban, amikor egy labda éppen a kezében van. Hanyagoljuk el azt az időt, amíg a labdákat átveszi egyik kezéből a másikba.
6. Egy hideg téli napon kezeinket úgy próbáljuk melegíteni, hogy egymáshoz dörzsöljük. Tegyük fel, hogy a két kezünk között 0,5 a súrlódási együttható, 35 N erővel nyomjuk egymásnak, és a dörzsölés relatív sebessége 35 cm/s. Mekkora hő fejlődik másodpercenként? Mennyi ideig kell dörzsölgetni a kezünket, hogy hőmérséklete 5°C-kal emelkedjen? Legyen egy-egy kéz tömege 350 g, fajhője 4 kJ/kg·°C.

7. Egy vízszintes csőből 0,5 g tömegű üveggolyók érkeznek, másodpercenként 100 db. A golyók 0,5 m-es esés után egy mérleg serpenyőjébe esnek, ahonnan eredeti magasságukig pattannak vissza. Mekkora súlyt kell a másik serpenyőbe helyezni, hogy a mérleg egyensúlyban legyen?



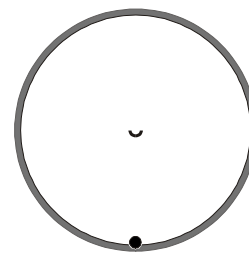
8. Egy íjász versenyen a 16 m magas toronyból leejtett tárgyakat kell eltalálni. A lövészek a toronytól 8 m távolságban helyezkednek el. Ha az íjász a céltárgy leejtésének pillanatában a vízszintessel  $30^\circ$ -os szögben kilő egy 20 m/s sebességgel induló nyílvesszőt, vajon eltalálja-e a céltárgyat? Ha nem, mi az a minimális távolság, amennyire megközelíti? Melyik időpillanathoz tartozik ez a minimális távolság?
9. A villámlás látható fényoszlopának létrejöttét mindig megelőzi egy állapot, melyben a felhő és a talaj között egy láthatatlan, elektronokból álló oszlop alakul ki. Ezek az elektronok részben a felhőből, részben a levegő ionizált molekuláitól származnak. Az oszlop tipikusan  $\lambda = -1 \cdot 10^{-3}$  C/m vonalmenti töltéssűrűséggel rendelkezik. Amint az oszlop eléri a talajt, a benne levő elektronok hirtelen a földbe vezetődnek, miközben a levegő molekuláival ütközve energiájuk egy részét fénykibocsátás formájában leadják. Ezt látjuk hirtelen felvillanásnak. Ha a levegő molekulái  $3 \cdot 10^6$  N/C télerősségnél ionizálódnak, milyen széles a villám (azaz az ionizált molekulákat tartalmazó oszlop)?
10. Egy  $Q$  töltéssel bíró kondenzátor fegyverzeteinek területe  $A$ , a lemezek távolsága  $d$ . Mekkora a lemezek közötti potenciálkülönbség? A lemezek közé  $a$  vastagságú ( $a < d$ ),  $A$  területű fémlamezt helyezünk. Mennyi lesz ebben az esetben a lemezek közötti potenciálkülönbség? A fémlamezt kicseréljük egy azonos méretű,  $\varepsilon_r$  dielektromos állandójú szigetelőre. Mekkora lesz ebben az esetben a potenciálkülönbség a lemezek között? Rajzolja fel a potenciál helyfüggését a kondenzátor fegyverzetei közötti tartományban, mind a három esetben („üres” kondenzátor, fémlamez a kondenzátorban, szigetelő lemez a kondenzátorban)!

11. Egy henger alakú edényt egy jól illeszkedő 2,69 kg tömegű,  $2 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű fémdugattyú zár le. A hengerben mindvégig állandó hőmérsékleten víz és  $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű vízgőz található. A külső légnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ . A dugattyú  $0,3 \text{ cm/s}$  állandó sebességgel lassan süllyed, miközben henger falán át folyamatosan hő távozik. Számítsuk ki, hogy másodpercenként mennyi gőz csapódik le, mennyi a hőveszteség és mennyivel változik a víz-gőz rendszer belső energiája!  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .



12. Az ábra szerinti létra két ponton támaszkodik: az  $A$  pontban a falnak, a  $B$  pontban egy mélyedésnek. Az  $AB$  szakasz felezőpontjában  $G = 800 \text{ N}$  súlyú ember áll. Adatok:  $l_1 = 4 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1,5 \text{ m}$ . A létra tömege elhanyagolható. A súrlódástól mindkét pontban eltekintünk. Mekkora erő hat az  $A$  és  $B$  pontokban a létrára? A  $B$  pontban ható erőnek adjuk meg a függőleges és vízszintes komponenseit is!

13. Egy  $r$  sugarú hengerpalástban egy kis mélyedésben van egy golyócska. Mekkora szögsebességgel forgassuk a hengert a tengelye körül, hogy a golyócska éppen a tengelyen lévő vályúba essék bele?



14. Egy  $m=0,25$  kg tömegű,  $l=0,1$  m hosszúságú fahengerre rá van tekercselve egy nagyon lapos  $N=10$  menetes tekercs. A henger tengelye a tekercs síkjában fekszik. A hengert úgy helyezzük  $\alpha$  hajlásszögű lejtőre, hogy a tekercs síkja párhuzamos legyen a lejtő síkjával. A rendszer egy függőlegesen lefelé mutató  $B=0,5$  T nagyságú mágneses mezőben van. Milyen irányú és legalább mekkora áram folyjon a tekercsben, hogy a henger ne guruljon le a lejtőről? Ha a tekercsben nem folyik áram, akkor a henger tisztán legördül a lejtőről.
15. Vizsgáljuk meg, hogyan befolyásolja a teljes visszaverődés határszögét, ha egy üveglemezre vízréteget viszünk!  $n_{\text{üveg}} = 1,5$ ,  $n_{\text{víz}} = 1,33$ . Adjuk meg a teljes visszaverődés határszögét az üveg-levegő ( $\alpha_{\text{ül}}$ ) és az üveg-víz ( $\alpha_{\text{üv}}$ ) határfelületre! Mi az a határszög, aminél nagyobb beesési szög esetén a fénysugár átjut az üveg-víz határfelületen, de a víz-levegő felületen teljes visszaverődést szenved ( $\alpha_{\text{üvl}}$ )? Van-e olyan sugár, amelynek beesési szöge nagyobb, mint az üveg-levegő határszög, és az üveget elhagyva a vízen át a levegőbe kerül?

*Jó munkát kíván a Szegedi Tudományegyetem Fizikus Tanszékcsoportja!*

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny**  
**2001. január 18.**  
**MEGOLGÁSOK**

1. feladat:

(a) Melegítés:  $p = \text{áll}$ ,  $V \rightarrow 2V$ , és  $\frac{V}{T} = \text{áll}$ .  $\rightarrow T' = 2T$  a melegítés utáni hőmérséklet.

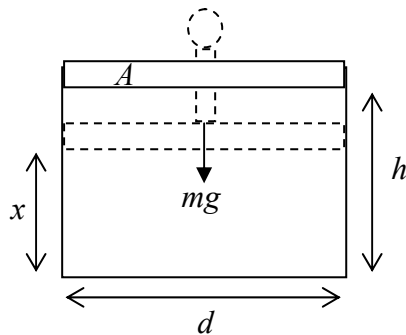
$$Q_{fel} = \frac{f+2}{2} nR(T' - T) = \frac{7}{2} nRT.$$

(b) Hűtés:  $2V = \text{áll}$ .

$Q_{le} = \frac{f}{2} nR(T' - T'') = \frac{5}{2} nR(2T - T'')$ , ahol  $T''$  a végső hőmérséklet. Ha  $Q_{fel} = Q_{le}$ , akkor a behelyettesítés utána keresett arány:  $\frac{T}{T''} = \frac{5}{3} = \underline{1,67}$ .

2. feladat:

Adatok:  $d = 0,3 \text{ m}$ ,  $m = 70 \text{ kg}$ ,  $h = 1 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T = \text{áll}$ .



$$A = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,070 \text{ m}^2, \quad V_0 = Ah = 0,070 \text{ m}^3.$$

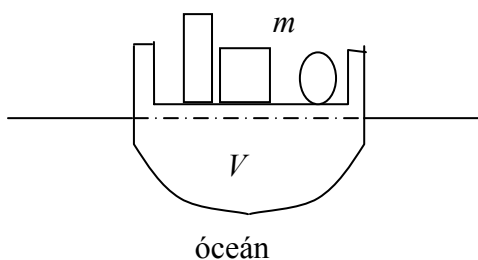
Végső helyzetben a bezárt levegő nyomása:

$$p = p_0 + \frac{mg}{A} = 1,098 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad \text{térfogata: } V = Ax.$$

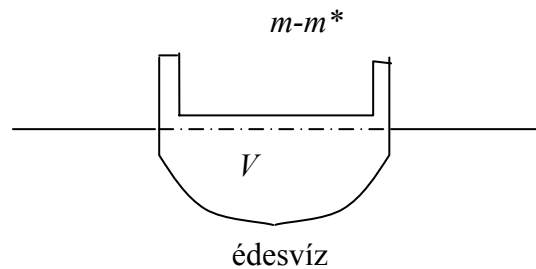
Mivel  $T = \text{áll}$ .  $p_0 V_0 = pV$ . Innen  $x = \frac{p_0}{p} h = \underline{0,91 \text{ m}}$  lesz a dugattyú új helyzete.

3. feladat:

Adatok:  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{tenger} = 1,025 \rho$ ,  $m^* = 6 \cdot 10^5 \text{ kg}$



$$mg = V \rho_{tenger} g$$



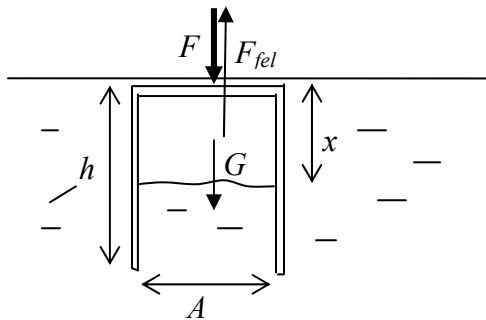
$$(m - m^*) g = V \rho g$$

$$\frac{m}{m - m^*} = \frac{\rho_{tenger}}{\rho} = 1,025,$$

innen:  $m = \frac{1,025 m^*}{0,025} = \underline{2,46 \cdot 10^7 \text{ kg}}$  a hajó eredeti teljes tömege.

## 4. feladat:

A megoldásnál tegyük fel, hogy a pohár „könnyű”, és a végső helyzetben a pohár fenekére lefele mutató erővel kell hatni. És azt is tegyük fel, hogy a fala vékony és elhanyagolható a pohár fala és alja által kitöltött térfogat:



legyen  $G$  a pohár és levegő súlya (hanyagoljuk el a pohár fala által kiszorított víz térfogatát)

$$F = A x \rho g - G.$$

A bezárt levegőre:

$$p_0 h A = p x A \quad \text{és} \quad p = p_0 + \rho g x.$$

Ebből:

$$0 = \rho g x^2 + p_0 x - p_0 h, \quad x = \frac{p_0}{2\rho g} \left( \sqrt{1 + \frac{4\rho g}{p_0} h} - 1 \right).$$

Így  $F$ , mint  $h$  függvénye ( $A = V/h$ ):

$$F = \frac{V p_0}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{4\rho g}{p_0} \frac{h}{h}} - 1 \right) - G = \frac{p_0}{2} \left( \sqrt{A^2 + \frac{4\rho g}{p_0} V A} - A \right) - G$$

ebből látszik, hogy  $F$   $A$ -nak

monoton növekvő függvénye, tehát a nagyobb alapterületű poharat kell nagyobb erővel nyomni. Ha a pohár „nehéz”, akkor lehet, hogy végül tartani kell a poharat, hogy ne süllyedjen el. Ekkor éppen fordított is lehet a következtetés. Minden más eset is előfordulhat, pl. a magas poharat nyomni kell lefele, a laposat pedig tartani. Vagyis konkrét adatok nélkül nehéz a diskussziót elvégezni.

## 5. feladat:

Adatok:  $h = 3 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Az eldobás kezdősebessége:  $v_0 = \sqrt{2gh} = 7,671 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Egy labda  $t = \frac{2v_0}{g}$  ideig mozog a levegőben, tehát  $\Delta t = \frac{2v_0}{g} = 0,313 \text{ s}$  időkülönbséggel kell

dobálni. Az egyes labdák helyzete:

$$y_1 = 0$$

$$y_2 = v_0 \Delta t - \frac{g}{2} (\Delta t)^2 = 1,92 \text{ m},$$

$$y_3 = v_0 (2\Delta t) - \frac{g}{2} (2\Delta t)^2 = 2,88 \text{ m},$$

$$y_4 = v_0 (3\Delta t) - \frac{g}{2} (3\Delta t)^2 = 2,88 \text{ m},$$

$$y_5 = v_0 (4\Delta t) - \frac{g}{2} (4\Delta t)^2 = 1,92 \text{ m}.$$

## 6. feladat:

Adatok:  $\mu = 0,5$ ,  $m = 0,35 \text{ kg}$ ,  $F_{ny} = 35 \text{ N}$ ,  $c = 4 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ ,  $v = 0,35 \text{ m/s}$ ,  $\Delta t = 5^\circ\text{C}$

A keletkezett hő másodpercenként:  $\dot{Q} = P = \mu F_{ny} v = 6,125 \text{ W}$ .

Mindkét kezünk melegszik:  $P \cdot t = 2mc\Delta T \rightarrow t = \frac{2mc\Delta T}{P} = 2286 \text{ s} \approx 38 \text{ perc}$ , ennyi idő

alatt lesz kezünk  $5^\circ\text{C}$ -kal melegebb.

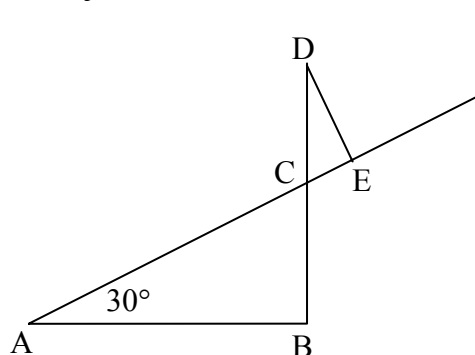
7. feladat:

Adatok:  $m_0 = 0,5 \text{ g} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ ,  $n = 100 \text{ db/s}$ ,  $h = 0,5 \text{ m}$ A golyók sebességének függőleges komponense az ütközés előtt:  $v = \sqrt{2gh} = 3,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .A rugalmas ütközéskor a lendületváltozás:  $\Delta p_0 = 2m_0 v = 3,132 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$ .Egységnyi idő alatt a serpenyőnek átadott lendület:  $\frac{\Delta p}{\Delta t} = n \Delta p_0 = 0,3132 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .Newton II. törvénye szerint a golyók által kifejtett erő:  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 0,3132 \text{ N}$ .A másik serpenyőbe helyezett test súlya ezzel tart egyensúlyt:  $F = Mg \rightarrow M = \frac{F}{g} = \underline{31,33 \text{ g}}$ .

8. feladat:

Az eseményt szabadon eső vonatkoztatási rendszerben írjuk le. Ebben a vonatkoztatási rendszerben a céltárgy áll, a nyílvessző egyenes vonalú egyenletes mozgást végez,  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  sebességgel.

Az ábra jelöléseivel:



$$AC = \frac{AB}{\cos 30^\circ} = 9,24 \text{ m},$$

$$BC = AB \tan 30^\circ = 4,62 \text{ m},$$

$$CD = BD - BC = 11,38 \text{ m},$$

$$DE = CD \cos 30^\circ = 9,85 \text{ m},$$

$$CE = CD \sin 30^\circ = 5,69 \text{ m}.$$

Nem találja el a céltárgyat.A minimális távolság:  $d_{\min} = DE = \underline{9,85 \text{ m}}$ .

$$\text{A hozzá tartozó idő: } t = \frac{AE}{v_0} = \frac{AC + CE}{v_0} = \underline{0,75 \text{ s}}.$$

Ebben a pillanatban még mindkét test valóban a levegőben van, hiszen:

$$y_{nyíl} = v_0 t \sin 30^\circ - \frac{g}{2} t^2 = 4,74 \text{ m}, \quad y_{cél} = 16 \text{ m} - \frac{g}{2} t^2 = 13,24 \text{ m}.$$

Másik megoldás:

$$\text{A nyílvessző pályája: } x_1 = v_{10} \cos \alpha \cdot t, \quad y_1 = v_{10} \sin \alpha \cdot t - \frac{g}{2} t^2.$$

$$\text{A céltárgy pályája: } x_2 = x_{20} = \text{áll.} \quad y_2 = y_{20} - \frac{g}{2} t^2.$$

$$d^2 = (y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2 = 320 - 597,2 \cdot t + 400 \cdot t^2,$$

$$\text{találkozás: } d^2 = 0, \quad t_{1,2} = \frac{597,2 \pm \sqrt{597,2^2 - 1600 \cdot 320}}{640}, \text{ nincs megoldás, nem találkoznak.}$$

$$\text{Teljes négyzetté alakítással: } d^2 = (20t - 14,93)^2 + 98, \quad d_{\min} = \sqrt{98} = \underline{9,8 \text{ m}}.$$

$$\text{Az ehhez tartozó idő: } t = \frac{14,93}{20} = \underline{0,75 \text{ s}}.$$

9. feladat:

Adatok:  $\lambda = -10^{-3} \text{ C/m}$ ,  $E_i = 3 \cdot 10^6 \text{ N/m}$ ,  $\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{NC}^2}$ .

Egy  $l$  hosszúságú szakaszra jutó töltés:  $Q = \lambda \cdot l$ .

Egy  $r$  sugarú hengerfelülettel körbevéve, a Gauss-tételt alkalmazva:

$$E_r \cdot 2r\pi l = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \rightarrow E_r = \frac{\lambda}{2r\pi\epsilon_0}.$$

Ha a levegő molekulái  $E_i$  térerősségnél ionizálnának, akkor az ehhez tartozó sugár:

$$r = \frac{\lambda}{\epsilon_0 2\pi E_i} = 6 \text{ m}.$$

Az ionizált molekulákat tartalmazó oszlop szélessége:  $2r = \underline{12 \text{ m}}$ .

10. feladat:

a) „üres” kondenzátor:  $C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow U_a = \frac{Q}{C} = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$ .

b) fém lemez esetén a fémdarab minden pontja azonos potenciálon van, belsejében a térerősség 0, a lemezek között levegővel kitöltött részben a térerősség Gauss-tételéből

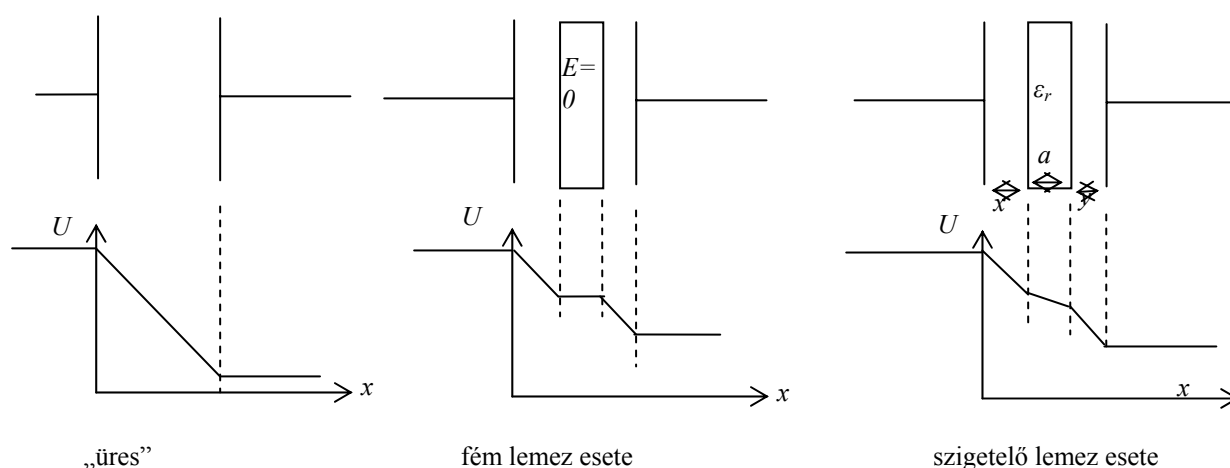
számolható:  $E \cdot A = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$ , a kondenzátorlemezek közötti feszültség:

$$U_b = E \cdot (d - a) = \frac{Q}{\epsilon_0 A} (d - a).$$

c) szigetelő lemez esetén: három sorba kapcsolt kondenzátort feltételezünk:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{\frac{\epsilon_0 A}{x}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{a}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 A}{y}} = \frac{x+y}{\epsilon_0 A} + \frac{a/\epsilon_r}{\epsilon_0 A} = \frac{d - a + a/\epsilon_r}{\epsilon_0 A},$$

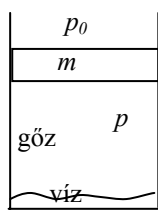
$$U_c = \frac{Q}{C} = \frac{Q(d - a + a/\epsilon_r)}{\epsilon_0 A}.$$



11. feladat:



Adatok:  $m = 2.69 \text{ kg}$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $v = 0.3 \text{ cm/s}$ ,  $\rho = 1.3 \text{ kg/m}^3$ ,  $A = 2 \text{ cm}^2$



A telített gőz nyomása:  $p = p_0 + \frac{mg}{A} = 2.32 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . A táblázatból kikeresett

adatok  $p$  és  $\rho$  értékéhez:  $T = 125^\circ \text{C}$  és  $L_p = 2.19 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

A lecsapódó gőz mennyisége másodpercenként:

$$\frac{\Delta m_{\text{gőz}}}{\Delta t} = \frac{\Delta V \cdot \rho}{\Delta T} = A \cdot v \cdot \rho = 0.36 \frac{\text{mg}}{\text{s}}.$$

A gőz lecsapódásakor felszabaduló hő:  $\frac{\Delta Q_{\text{fel}}}{\Delta t} = L_p \frac{\Delta m_{\text{gőz}}}{\Delta t} = 0.79 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ .

$$\Delta E = Q_{\text{fel}} + W, \text{ ahol } W = p \Delta V,$$

Az I. főtételből:  $\frac{\Delta E}{\Delta t} = -\frac{Q_{\text{le}}}{\Delta t} + \frac{W}{\Delta t} = -0.65 \frac{\text{J}}{\text{s}}.$

Teljes értékű az a megoldás is, ahol a gáztörvényből határozza meg a hőmérsékletet:

$$T \approx 113^\circ \text{C}, L_p = 2.22 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \frac{\Delta Q}{\Delta t} = 0.80 \frac{\text{J}}{\text{s}}, \frac{\Delta E}{\Delta t} = -0.66 \frac{\text{J}}{\text{s}}.$$

12. feladat:

Adatok:  $G = 800 \text{ N}$ ,  $l_1 = 4 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1.5 \text{ m}$

A létra nyugalomban van, tehát az erők és a forgatónyomatékok eredője zérust ad. A B ponton átmenő tengelyre felírva a forgatónyomatékokat:

$$G \frac{l_2}{2} = F_A \sqrt{l_1^2 + l_2^2}, \text{ mivel az } F_A \text{ kényszererő merőleges a fal és a létra érintkezési felületére.}$$

$$\text{Innen } F_A = 140.45 \text{ N.}$$

A merőlegesség miatt az  $F_A$  komponensei:

$$F_{Ay} = \frac{1.5 \text{ m}}{\sqrt{(1.5 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2}} F_A = 49.32 \text{ N}, \quad F_{Ax} = \frac{4 \text{ m}}{\sqrt{(1.5 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2}} F_A = 131.5 \text{ N}.$$

Az erők egyensúlya függőleges és vízszintes komponensre:

$$F_{By} + F_{Ay} = G \rightarrow F_{By} = 750.7 \text{ N},$$

$$F_{Bx} = F_{Ax} \rightarrow F_{Bx} = 131.5 \text{ N},$$

$$F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = 762.13 \text{ N}.$$

13. feladat:

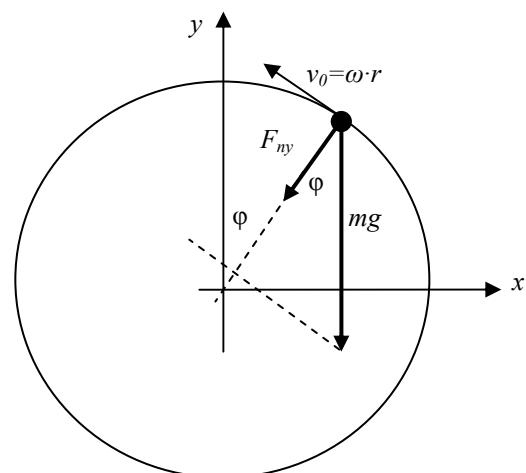
A hengert forgatva a kis golyó mindaddig körpályán mozog, amíg az  $F_{ny} \neq 0$ . Ha  $F_{ny} = 0$ , akkor leválik és parabola pályán (ferde hajítás) jut a tengelypontba.

Amíg együtt mozog a hengerrel:

$$mg \cos \varphi + F_{ny} = m\omega^2 r, \text{ leváláskor:}$$

$$F_{ny} = 0, \quad \cos \varphi = \frac{\omega^2 r}{g}, \quad x_0 = r \sin \varphi, \quad y_0 = R \cos \varphi.$$

A hajítási parabolára:



$$x = r \sin \varphi - \omega r \cos \varphi \cdot t$$

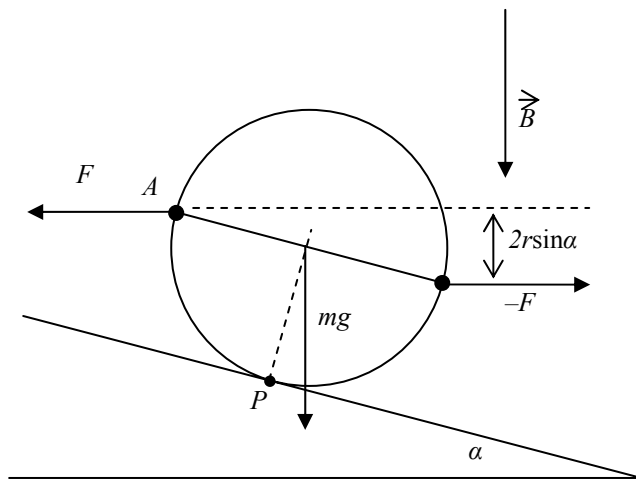
$$y = r \cos \varphi + \omega r \sin \varphi \cdot t - \frac{g}{2} t^2.$$

Leérkezéskor:  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $t = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\omega}$ .

Végül:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{3}r}}$ .

14. feladat:

Adatok:  $m = 0,25 \text{ kg}$ ,  $l = 0,1 \text{ m}$ ,  $N = 10$ ,  $B = 0,5 \text{ T}$



A P ponton átmenő tengelyre vonatkozóan egyensúly esetén:

$$M_{\text{eredő}} = 0 = M_{\text{mágn}} - mgr \sin \alpha.$$

Egy a lejtővel párhuzamos vezetékre ható erő:

$$F = BIl, \text{ így } M_{\text{mágn}} = NF2r \sin \alpha.$$

Azaz:

$$NBIl2r \sin \alpha = mgr \sin \alpha,$$

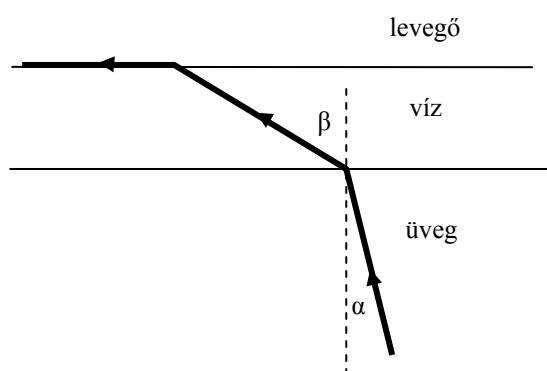
$$I = \frac{mg}{2NB} = 2,45 \text{ A}.$$

Az A-nál az áram „befelé” folyik. Ha  $I' > I$ , akkor elindul felfelé a henger, tisztán gördülni fog felfelé. Az

árammentes esetre vonatkozó feltétel miatt a hengerre akkora tapadási erő hat, hogy a henger nem csúszik meg.

15. feladat:

A teljes visszaverődés határszöge az optikailag sűrűbb közeg irányából:  $\sin \alpha_h = \frac{n_2}{n_1}$ .



Így  $\alpha_{il} = 41,81^\circ$ ,  $\alpha_{iv} = 62,46^\circ$ .

Az üveg-víz felületen áthaladó fénysugár:  $\alpha < 62,46^\circ$ .

Az a sugár, amely a víz-levegő felületről verődik vissza:

$$\beta \geq \alpha_{vl} = \arcsin \frac{1}{1,33} = 48,75^\circ. \text{ Erre a sugárra}$$

írjuk fel a Snellius-Descartes törvényt a víz-

üveg felület esetén:  $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_{ii}}{n_v}$ .

$$\sin \alpha_{ivl} = \frac{n_v}{n_{ii}} \sin \beta = \frac{n_v}{n_{ii}} \frac{n_l}{n_v} = \frac{n_l}{n_{ii}} \rightarrow \alpha_{ivl} = \alpha_{il} = 41,81^\circ.$$

Mivel  $\alpha_{ivl} = \alpha_{il}$ , nincs olyan sugár, amire  $\alpha > \alpha_{il}$  és az üveget elhagyva a vízben át a levegőbe kerülne.

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

2001

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                  | Szaktanár     |
|----------|-----------------|-----------------------------------------|---------------|
| 1.       | Pósfai Márton   | SZTE Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István  |
| 2.       | Konfár András   | Radnóti M. Gimnázium, Szeged            | Vincze István |
| 3.       | Kórus Péter     | Radnóti M. Gimnázium, Szeged            | Vincze István |
| 4.       | Mazroa Dániel   | SZTE Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Győri István  |
| 5.       | Tóth Anett      | Radnóti M. Gimnázium, Szeged            | Vincze István |
| 6.       | Oltványi Gábor  | Dugonics A. Gimnázium, Szeged           | Rácz László   |
| 6.       | Lechner Ádám    | Radnóti M. Gimnázium, Szeged            | Vincze István |
| 6.       | Matyuska Ferenc | Radnóti M. Gimnázium, Szeged            | Vincze István |

## Gimnázium 10. évfolyam

| Helyezés | Név                 | Iskola                                         | Szaktanár      |
|----------|---------------------|------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Bóka Gergely        | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok             | Lapu Béla      |
| 1.       | Tóth Sándor         | Batsányi János Gimnázium, Csongrád             | Szucsán András |
| 2.       | Szrnka Béla         | Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor     |
| 3-4.     | Rárósi Ferenc       | Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor     |
| 3-4.     | Szekeres Balázs     | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok             | Lapu Béla      |
| 5.       | Zsilák-Urbán Mihály | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged               | Nagy Anett     |
| 6.       | Balaton Attila      | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok             | Lapu Béla      |

## Gimnázium 11. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                  | Szaktanár                       |
|----------|------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| 1.       | Romsics Bence    | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged        | Dr. Mező Tamás<br>Csányi Sándor |
| 2.       | Danyi Antal      | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged        | Dr. Mező Tamás<br>Csányi Sándor |
| 3.       | Ribizsár András  | SZTE Ságvári E. Gyak. Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                     |
| 4.       | Koreck Ferenc    | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged        | Csányi Sándor                   |
| 5.       | Ritzinger György | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok      | Pécsi István                    |
| 6.       | Komlós Gábor     | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok      | Pécsi István                    |

## Gimnázium 12. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                         | Szaktanár        |
|----------|-----------------|------------------------------------------------|------------------|
| 1.       | Börzsönyi Ádám  | Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János     |
| 2.       | Szabó Ákos      | Nyíregyházi Evangélikus Gimnázium              | Tófalusi Péter   |
| 3.       | Domonkos Balázs | Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János     |
| 4.       | Dömötör Piroska | Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János     |
| 5.       | Ambrus Gergely  | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged               | Dudás Zoltánné   |
| 5.       | Enyedi Gábor    | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba             | Dr. Simon Imréné |
| 6.       | Jelenka József  | Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba             | Dr. Simon Imréné |

## Szakközépiskola 9. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                   | Szaktanár                  |
|----------|-------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 1.       | Blumenschein Máté | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks    | Straubingerné Kemler Anikó |
| 2.       | Surján Endre      | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József             |
| 3.       | Papp László       | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks    | Csajági Sándor             |

## Szakközépiskola 10. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                                                      | Szaktanár            |
|----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Juhász Sándor    | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                                       | Csajági Sándor       |
| 2.       | Zsikla Róbert    | II. Rákóczi Ferenc Mezőgazdasági, Közgazdasági és Informatikai Szakközépiskola, Kiskunhalas | B. Nagy László       |
| 2.       | Kovács Olivér    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                                                    | Varjasiné Balla Edit |
| 2.       | Buczko Gábor     | Szent László ÁMK, Baja                                                                      | Hajdók Róbert        |
| 3.       | Kadlicsek Zoltán | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                                       | Borbás Tamás         |
| 3.       | Kövecses Dániel  | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                                                       | Csajági Sándor       |

## Szakközépiskola 11. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                      | Szaktanár              |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Polestyuk Zoltán | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |
| 2.       | Csengeri Attila  | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Domonkosné Balogh Irén |

## Szakközépiskola 12. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                                      | Szaktanár            |
|----------|-------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Hanyecz István    | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Kószó Éva            |
| 2.       | Kecskeméti Andrea | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                       | Csajági Sándor       |
| 3.       | Lovas Zoltán      | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                    | Varjasiné Balla Edit |

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
2002. január 24.

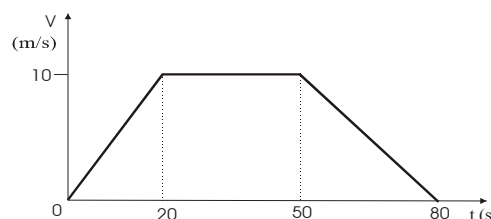
Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segéd-eszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztáznia, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A 9. osztályos gimnazisták hőtan vagy mechanika feladatsort választhatnak.

A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a versenybe a legsikeresebb öt megoldása számít.

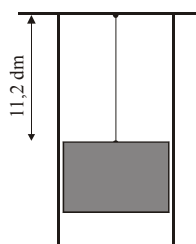
**Jó munkát kíván az SZTE Fizikus Tanszékcsoport!**

| <i>A gimnazisták feladatai:</i> |                                              | <i>A szakközépiskolások feladatai:</i> |                         |
|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|
| 9. osztály:                     | 1, 2, 3, 4 (Mechanika)<br>4, 5, 6, 7 (Hőtan) | 9. osztály:                            | 1, 3, 4, 5, 6, 10, 15   |
| 10. osztály:                    | 3, 7, 8, 9                                   | 10. osztály:                           |                         |
| 11. osztály:                    | 10, 11, 12, 13                               | 11. osztály:                           | 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15 |
| 12. osztály:                    | 12, 13, 14, 15                               | 12. osztály:                           |                         |

1. 600 m hosszú mozgójárdán valaki a járdához képest 5 km/h sebességgel halad, majd a járda végére érve ugyanilyen relatív sebességgel visszamegy a kiindulási helyére. Mekkora legyen a mozgójárda sebessége, hogy a gyalogos az utat a lehető legrövidebb idő alatt tegye meg? Mekkora ez a minimálisan szükséges idő? Mennyi idő alatt ér vissza a kiindulási helyére, ha a mozgójárda sebessége 8 m/s?

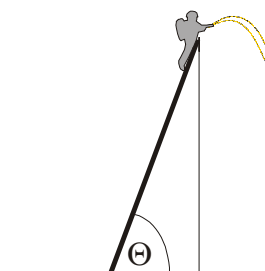


2. Az ábra egy bányalift sebesség-idő grafikonját ábrázolja. Milyen mélyre megy le a lift? Ábrázoljuk az út-idő és a gyorsulás-idő függvényt!
3. Egy kétkarú mérleg hibásan működik, mert karjai nem egyenlő hosszúságúak. Tudjuk, hogy a serpenyők egyenként 114 g-ot nyomnak. Egy ezüst kiskanalat helyezve az egyik serpenyőbe, azt a másik serpenyőbe helyezett 60 g egyensúlyozza ki. Ha a másik karba helyezzük a kiskanalat, akkor 84 g kell az egyensúlyba hozáshoz. Mennyi a kiskanál tömege? Hány százalékkal hosszabb az egyik kar?
4. 20°C-os petróleumba 30 grammos, 80°C-os rézdarabot tettünk. A közös hőmérséklet 45°C lett. Mekkora térfogatot foglal el ez a rendszer, ha a hővesztésektől és a hőtágulástól eltekintünk?
5. Egy 930 kg/m<sup>3</sup> sűrűségű, 8 m<sup>2</sup> területű jégtábla úszik az 1020 kg/m<sup>3</sup> sűrűségű tengervízben. A jégtáblának a vízből kilógó része 3 cm vastag. Hány hajótöröttet bír el a jégtábla? (A hajótöröttek tömegét vegyük egyenként 80 kg-nak.)
6. Oxigént tartalmazó tartályban elektromos kisülés történik, melynek következtében az oxigén ózonná alakul, a hőmérséklete pedig megkétszereződik. Ha a térfogat állandó, hány százalékkal változott a gáz nyomása?
7. Az egyik végén zárt, nyitott végével lefelé fordított, 2 dm<sup>2</sup> alapterületű, elegendően magas henger 60 kg tömegű dugattyúját a henger zárt végéhez erősített fonál tartja 11,2 dm mélységben. A henger fala jó hővezető. A hengerben és azon kívül 0,1 MPa nyomású ideális gáz van. Mennyivel csökken az elrendezés energiája, ha a fonál elszakad? Ezután megfordítjuk a hengert. Hol helyezkedik el a dugattyú? (Mindkét esetben megvárjuk, amíg beáll az egyensúly; a súrlódást elhanyagoljuk.)  $g = 10 \text{ m/s}^2$

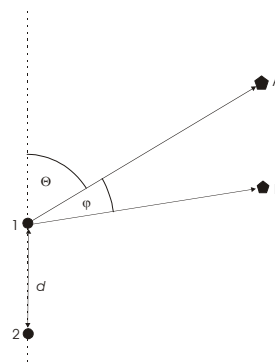


8. Egy 165 cm vállmagasságú ember 1 m/s egyenletes sebességgel halad vízszintes talajon. Vállán kötelet tart, mely egy 6,5 m magasan lévő csigán átvetve egy testet emel. Kezdetben a test 1 m magasan volt a talaj fölött, és az ember a csiga alatt állt. Mekkora sebességgel emelkedik a test, amikor az ember 7 m-t megtett? Milyen magasan van a test ebben a pillanatban?
9. A 8 liter normál állapotú nitrogén úgy tágul ki 12 liter térfogatra, hogy közben a nyomása a térfogattal lineárisan változik, és végül  $1,5 \cdot 10^5$  Pa lesz. Mekkora térfogatnál éri el a hőmérsékletváltozás a teljes hőmérsékletváltozás felét? Mekkora a folyamat során felvett hő?
10. A 230 V-os névleges hálózati feszültség – a hálózat terhelésétől függően – 10%-kal ingadozik. Mekkora a 100 W-os névleges teljesítményű izzólámpa fogyasztása a hálózat minimális és maximális feszültsége esetén? Hogyan változnak ezek a fogyasztásértékek, ha figyelembe vesszük, hogy az izzólámpa ellenállása a rákapcsolt feszültség függvényében változik, mégpedig a névleges feszültség 10%-os növekedése esetén az izzólámpa ellenállása 5%-kal nő, illetve a névleges feszültség 10%-os csökkenése esetén az izzólámpa ellenállása 5%-kal csökken?
11. Egy elektron és egy müon (mely az elektronnal megegyező töltésű, de 200-szor nagyobb tömegű részecske) egymást  $d$  távolságra közelíti meg, és egy pillanatra nyugalomban vannak. mekkora lesz a végsebességük, ha újra szétrepülnek? Mekkora a sebességek, ha  $d=10^{-8}$  m? A gravitáció hatásától tekintsünk el!

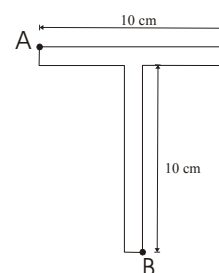
12. Egy 80 kg tömegű tűzoltó elhanyagolható tömegű létra tetején áll. A tapadási súrlódási együttható a létra és a talaj között 0,8, a létra és a fal között elhanyagolható. Mekkora  $\theta$  értéke, ha a létra még éppen nem csúszik meg? A létra tetejéhez locsolótömlő van erősítve, melyből a vízszintessel  $20^\circ$ -os szögben másodpercenként 50 liter víz lövell ki. Mekkora lehet a víz sebességének maximuma, hogy a létra ne mozduljon meg, ha az előző kérdésben meghatározott  $\theta$  szögben van a falhoz támasztva?  $g=10 \text{ m/s}^2$



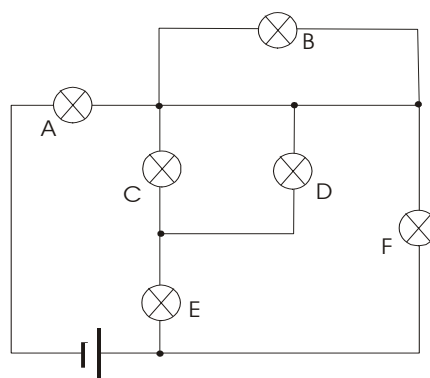
13. Egy titkos ügynök az 1 és 2 antennákból álló rádióállomásról adást sugároz. Az antennák azonos amplitúdójú, hullámhosszú és fázisú jelet sugároznak ki, minden irányban. Milyen  $\theta$  szögben kell elhelyezni az antennát, hogy az adás fogható legyen az A városban, de egyáltalán ne legyen fogható a B városban? (A városok a titkos ügynöktől jóval messzebb vannak, mint az antennák egymástól.) Adatok:  $\lambda = 4 \text{ m}$ ,  $\varphi = 36^\circ$ ,  $d = 10 \text{ m}$ .



14. Homogén súlyeloszlású 160 g tömegű, elhanyagolható keresztmetszetű fa rudakból az ábrán látható T alakú idomot készítjük. Az idomot az A pontban felfüggesztve, mekkora szöget zár be a T szára a függőlegessel? A felfüggesztett idom B pontjába 1 g tömegű, 20 m/s nagyságú, vízszintes irányú sebességgel lövedék csapódik. Mekkora az idom maximális elfordulása?  $g=10 \text{ m/s}^2$



15. Állapítsuk meg az adott kapcsolásban az izzólámpák fényerősségének sorrendjét! Számítsuk ki az egyes izzók teljesítményét, ha a telep feszültsége  $U$ , az egyforma izzók ellenállása  $R$ . A telep belső ellenállása elhanyagolható.

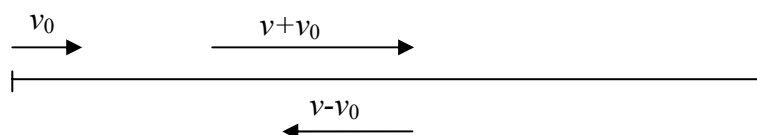


## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2002. január 24.

## MEGOLDÁSOK

1.

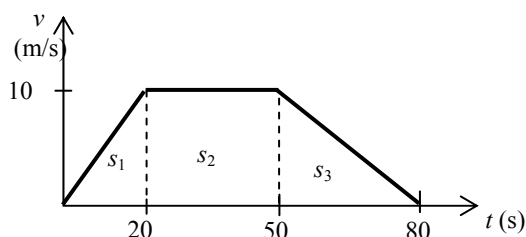
Adatok:  $l = 600$  m,  $v = 5$  km/h =  $1,39$  m/s,  $v_1 = 1$  m/s $v_0 = ?$ , ha  $t_0$  minimális $v > v_0$  esetben lehet megoldani a feladatot!

$$t_{oda} = \frac{l}{v + v_0}, \quad t_{vissza} = \frac{l}{v - v_0}, \quad t_{összes} = \frac{2lv}{v^2 - v_0^2}, \text{ ez akkor a legkisebb, ha } v_0 = 0.$$

$$t_{min} = \frac{2l}{v} = 863 \text{ s} = 14,4 \text{ perc.}$$

$$t_1 = \frac{2lv}{v^2 - v_0^2} = 1291 \text{ s} = 21,5 \text{ perc.}$$

2.



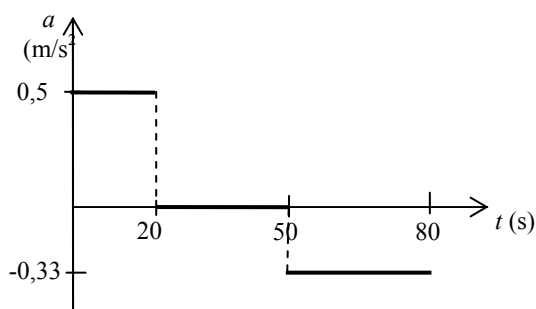
$$s_1 = 100 \text{ m,}$$

Az ábrából:  $s_2 = 300$  m,

$$s_3 = 150 \text{ m.}$$

Tehát a lift

$$s_1 + s_2 + s_3 = 550 \text{ m utat tesz meg.}$$

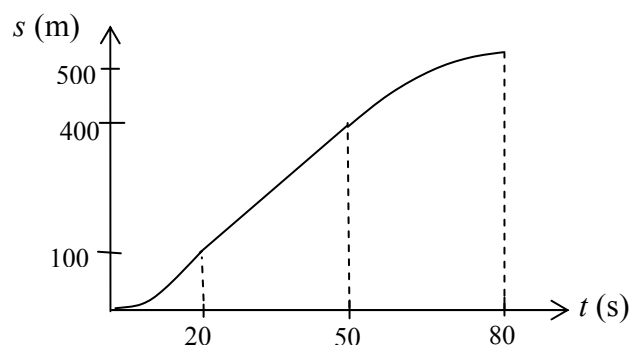


A gyorsulások értéke:

$$a_1 = \frac{10 \text{ m/s}}{20 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2,$$

$$a_2 = 0,$$

$$a_3 = \frac{-10 \text{ m/s}}{30 \text{ s}} = -0,33 \text{ m/s}^2.$$



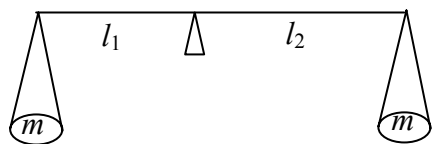
$$s_1 = \frac{a_1}{2} t^2 = 0,25 t^2 \quad 0 \leq t \leq 20 \text{ s}$$

$$s_2 = 100 + 10(t - 20) \quad 20 \text{ s} \leq t \leq 50 \text{ s}$$

$$s_3 = 400 + 10(t - 50) \quad 50 \text{ s} \leq t \leq 80 \text{ s}$$



3.

Adatok:  $m = 114 \text{ g}$ ,  $m_1 = 84 \text{ g}$ ,  $m_2 = 60 \text{ g}$ 

Felírva a mérleg egyensúlyának feltételét a két esetben:

$$(m + m_k) l_1 = l_2 (m + m_2)$$

$$(m + m_1) l_1 = l_2 (m + m_k)$$

Az egyenletek osztásával, átrendezéssel és gyökvonással adódik:

$$m + m_k = \sqrt{(114 \text{ g} + 60 \text{ g})(114 \text{ g} + 84 \text{ g})}, \quad \underline{m_k = 71,6 \text{ g}}.$$

4.

Adatok:  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $\rho_1 = 800 \text{ (820) kg/m}^3$ ,  $c_1 = 2093,5 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$   
 $t_2 = 80^\circ\text{C}$ ,  $\rho_2 = 8920 \text{ kg/m}^3$ ,  $c_2 = 385,2 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$   
 $m_2 = 30 \text{ g} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ ,  $t = 45^\circ\text{C}$ ;  $V_\sigma = ?$

A leadott és a felvett hő egyenlőségéből:

$$m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t)$$

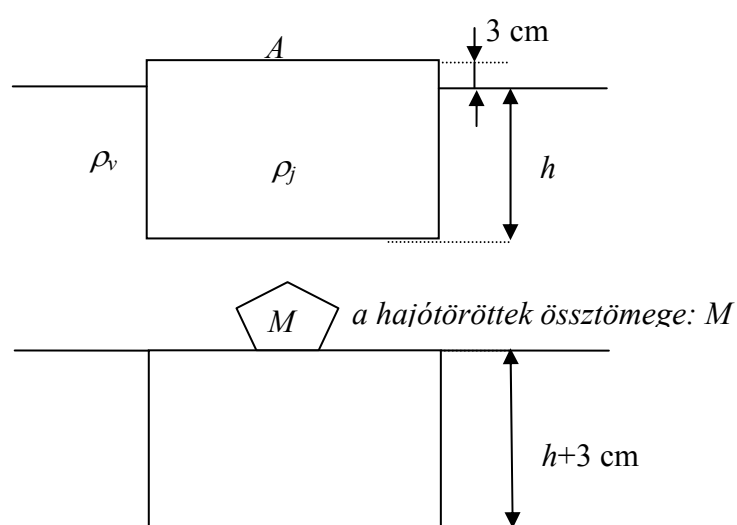
$$m_1 = m_2 \frac{c_2 (t_2 - t)}{c_1 (t - t_1)} = \underline{7,73 \text{ g}},$$

$$V_1 = \underline{9,66 \text{ cm}^3} \quad (9,43 \text{ cm}^3),$$

$$V_2 = \underline{3,36 \text{ cm}^3},$$

$$V_\sigma = \underline{13,02 \text{ cm}^3} \quad (12,79 \text{ cm}^3).$$

5.

Adatok:  $A = 8 \text{ m}^2$ ,  $\rho_j = 930 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $\rho_v = 1020 \text{ kg/m}^3$ 

Az egyensúly feltétele a két esetben:

$$A(h + 3\text{cm})\rho_j g = Ah\rho_v g$$

$$A(h + 3\text{cm})\rho_j g + Mg = A(h + 3\text{cm})\rho_v g.$$

Az egyenleteket egymásból kivonva:

$$M = A(h + 3\text{cm})\rho_v - Ah\rho_v =$$

$$= A \cdot 3\text{cm} \cdot \rho_v = 244,8 \text{ kg}.$$

A jégtábla legfeljebb 3 hajótöröttet bír el.

6.

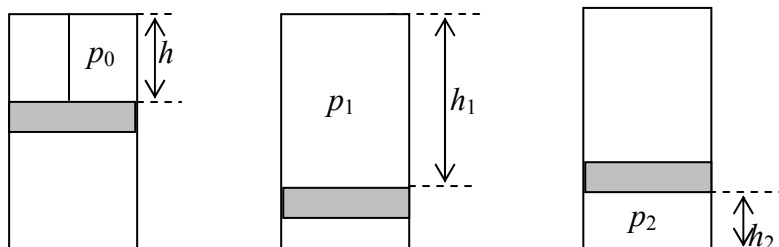
Az állapotjelzők kezdetben:  $T_1, p_1, V, N_1, n_1$ ,végül:  $T_2, p_2, V, N_2, n_2$ . Továbbá:  $T_2=2T_1$ ,  $\frac{p_2 - p_1}{p_1} = ?\%$ A  $3 \cdot \text{O}_2 = 2 \cdot \text{O}_3$  átalakulás miatt:  $N_2 = \frac{2N_1}{3}$ .

$$p_1 V = N_1 k T_1$$

$$p_2 V = N_2 k T_2$$

$$\frac{p_2 - p_1}{p_1} = \frac{N_2}{N_1} \frac{T_2}{T_1} - 1 = \frac{1}{3} = \underline{33\%}. \quad \left( n_2 = \frac{N_2}{N_A} = \frac{2}{3} n_1 \right)$$

7.

Adatok:  $A = 2 \text{ dm}^2$ ,  $h = 11,2 \text{ dm}$ ,  $m = 60 \text{ kg}$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ Mivel az edény hővezető:  $T = \text{állandó}$ .

$$p_1 = p_0 - \frac{mg}{A} = 0,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Boyle-Mariotte törvényből:

$$p_0 A h = p_1 A h_1, \quad \rightarrow \quad h_1 = \frac{p_0}{p_1} h = 16 \text{ dm}.$$

Mivel  $T = \text{áll.}$  a gáz belső energiája nem változik, a dugattyú helyzeti energiája csökken:

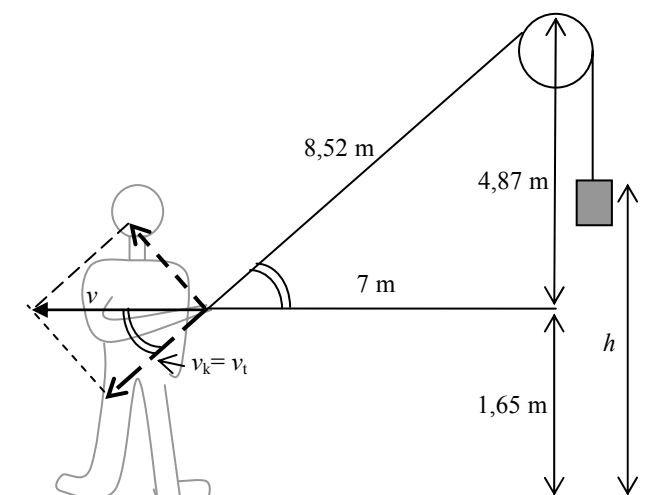
$$\Delta E = mg(h_1 - h) = \underline{288 \text{ J}}.$$

Az edény megfordítása után:

$$p_2 = p_0 + \frac{mg}{A} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa},$$

$$p_0 A h = p_2 A h_2, \quad \rightarrow \quad h_2 = \frac{p_0}{p_2} h = \underline{8,62 \text{ dm}}.$$

8.



Adatok:  $h_1 = 1,65 \text{ m}$ ,  $v = 1 \text{ m/s}$ ,  $h_2 = 6,5 \text{ m}$ ,  $s = 7 \text{ m}$ ,  $h_3 = 1 \text{ m}$ ,  $v_t = ?$ ,  $h = ?$

A kötéł hossza:

$$l = 2 \cdot 6,5 \text{ m} - 1,65 \text{ m} - 1 \text{ m} = \underline{10,35 \text{ m}}.$$

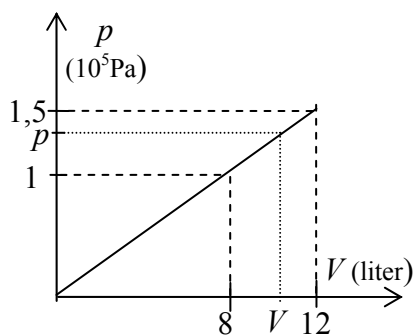
A kötéł vállnál lévő sebességét bontjuk fel merőleges komponensekre, a kötéł irányú sebesség megegyezik a test sebességével, hasonló háromszögekből:

$$\frac{v_t}{v} = \frac{7 \text{ m}}{8,52 \text{ m}} \rightarrow v_t = 0,822 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$h = 6,5 \text{ m} - (10,35 \text{ m} - 8,52 \text{ m}) = \underline{4,67 \text{ m}}.$$

9.

Adatok:  $V_0 = 8 \text{ liter}$ ,  $V_1 = 12 \text{ liter}$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ,  $f = 5$



$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} T_0 = 2,25 T_0 = 614,3 \text{ K}$$

$$T = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{2} = 1,625 T_0 = 443,6 \text{ K}$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V}{T} \text{ és az ábrából } \frac{p_0}{V_0} = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p}{V} \rightarrow$$

$$V^2 = \frac{T}{T_0} V_0^2 \rightarrow V = V_0 \sqrt{1,625} = \underline{10,2 \text{ liter}}.$$

A végzett munka, a belsőenergia változása és a felvett hő:

$$Q = \Delta E - W$$

$$W = \frac{p_0 + p_1}{2} (V_0 - V_1) = -500 \text{ J},$$

$$\Delta E = \frac{f}{2} N k (T_1 - T_0) = \frac{5}{2} \frac{p_0 V_0}{T_0} 1,25 T_0 = 2500 \text{ J},$$

$$Q = \underline{3000 \text{ J}}.$$

10.

Adatok:  $U = 230 \text{ V}$ ,  $U_1 = 207 \text{ V}$ ,  $U_2 = 253 \text{ V}$ ,  $R_1 = 0,95 R_0$ ,  $R_2 = 1,05 R_0$ ,  $P_0 = 100 \text{ W}$

$$P_1 = ? \quad P_1^* = ? \quad P_2^* = ?$$

Először eltekintünk a fogyasztó ellenállásváltozásától:

$$R_0 = \frac{U^2}{P_0} = \underline{529 \Omega}, \quad P_1 = \frac{U_1^2}{R_0} = \underline{81 \text{ W}}, \quad P_2 = \frac{U_2^2}{R_0} = \underline{121 \text{ W}}.$$

Az adott feszültségekhez tartozó ellenállások figyelembe vételével:

$$R_1 = \underline{502,6 \Omega}, \quad P_1^* = \underline{85,3 \text{ W}},$$

$$R_2 = \underline{555,5 \Omega}, \quad P_2^* = \underline{115,2 \text{ W}}.$$

11.

Az elektron adatai:  $m, -q, v_1$ A müion adatai:  $200m, -q, v_2$ , legkisebb távolságuk  $d$ .

Energia- és lendületmegmaradás tételéből:

$$(1) \quad k \frac{q^2}{d} = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} 200 m v_2^2$$

$$(2) \quad m v_1 = 200 m v_2$$

Nagy távolságból a Coulomb taszítás elhanyagolható.

$$(2)\text{-ből} \quad v_1 = 200 v_2,$$

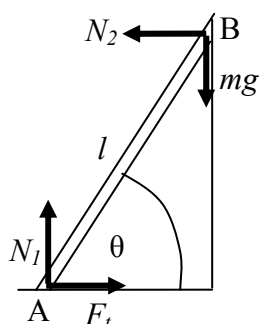
$$(1)\text{-ből} \quad v_2 = \sqrt{\frac{k q^2}{20100 m d}}.$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}, \quad q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}, \quad m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg} \text{ adatok felhasználásával:}$$

$$v_2 = 0,11233 \frac{1}{\sqrt{d}} \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ ha } d\text{-t m-ben mérjük.}$$

$$\text{Ha } d = 10^{-8} \text{m, akkor } v_2 = 1123 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_1 = 224657 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 224,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

12.

Adatok:  $m = 80 \text{ kg}$ ,  $\mu_0 = 0,8$ ,  $\alpha = 20^\circ$ ,  $I = 50 \text{ l/s} = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 

Erők és B-re a forgatónyomatékok egyensúlya:

$$N_1 = mg$$

$$N_1 \cdot l \cdot \cos \theta = F_t \cdot l \cdot \sin \theta$$

$$F_t \leq \mu_0 N_1$$

$$\text{tg} \theta \geq \frac{1}{\mu_0}, \quad \theta_{\min} = 51,34^\circ.$$

A kilövellő vízszög által kifejtett erő:

$$F_{\text{víz}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = v \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t} = v \cdot 50 \frac{\text{kg}}{\text{s}}.$$

A létra megmozdulás előtti határesetben a forgatónyomatékok egyensúlya A-ra:

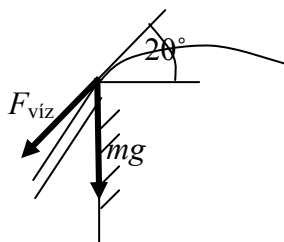
$$mgl \cos \theta_{\min} = F_{\text{víz}} l \sin(\theta_{\min} - 20^\circ).$$

Átrendezve:

$$F_{\text{víz}} = mg \frac{\cos \theta_{\min}}{\sin(\theta_{\min} - 20^\circ)} = 961 \text{ N}.$$

Ahonnan a víz sebességének maximuma:

$$v = \frac{961 \text{ N}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 19,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$



13.

Adatok:  $\lambda = 4 \text{ m}$ ,  $\varphi = 36^\circ$ ,  $d = 10 \text{ m}$ 

A két antennából érkező jel interferál. A feladat feltételei szerint B-ben teljes kioltást kell tapasztalni, míg A város erősítési hely közelében kell legyen. A két réses kísérlet analógiájára:

$$s_A = d \cdot \cos \theta = n\lambda$$

$$s_B = d \cdot \cos(\theta + \varphi) = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}, \text{ ahol } m \text{ és } n \text{ egészek.}$$

Mivel  $-1 \leq \cos \alpha \leq 1$ , az egyenletnek csak néhány megoldása van.

Ezek B-re:

| m                  | -3          | -2          | -1          | 0          | 1          | 2           |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| $\theta + \varphi$ | $180^\circ$ | $127^\circ$ | $102^\circ$ | $78^\circ$ | $53^\circ$ | $0^\circ$   |
| $\theta$           | $144^\circ$ | $91^\circ$  | $66^\circ$  | $42^\circ$ | $17^\circ$ | $-36^\circ$ |

(az  $m = -3$  és  $m = -2$  ugyanazt adja az antennák felcserélésével)

A-ra:

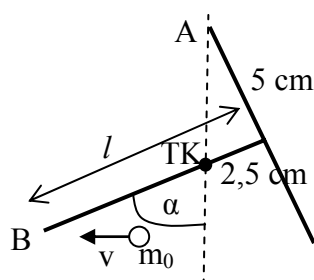
| n        | -2          | -1          | 0          | 1          | 2          |
|----------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| $\theta$ | $143^\circ$ | $114^\circ$ | $90^\circ$ | $66^\circ$ | $37^\circ$ |

Olyan  $\theta$  megoldásait keressük B-nek, melyek valamely A-megoldás közelében vannak.

Ezek:  $\theta = 144^\circ$ ,  $91^\circ$ ,  $66^\circ$ , esetleg elfogadható még a  $42^\circ$ .

14.

Adatok:  $m = 160 \text{ g}$ ,  $l = 10 \text{ cm}$ ,  $m_0 = 1 \text{ g}$ ,  $v = 20 \text{ m/s}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$



Egyensúlyi helyzetben a TK a felfüggesztési pont alatt van. A TK a T szárának a felső  $\frac{1}{4}$ -énél van.

$$\tan \alpha = \frac{5 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 2 \rightarrow \alpha = 63,4^\circ.$$

Az ütközés rugalmatlan, a perdületmegmaradás tételét alkalmazzuk:

$$\theta_A = \frac{1}{3} \frac{m}{2} l^2 + \frac{1}{12} \frac{m}{2} l^2 + \frac{m}{2} \left( \left( \frac{l}{2} \right)^2 + \left( \frac{l}{2} \right)^2 \right) + m \left( l^2 + \left( \frac{l}{2} \right)^2 \right)$$

(első tag: a T kalapja, második és harmadik tag: a T szára,

Steiner tétellel, utolsó tag a lövedék)

$$\theta_A = 7,46 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2.$$

Az ütközés leírására írjuk fel a perdület-megmaradás tételét:

$$m_0 v \left( \frac{2,5 \text{ cm}}{\cos \alpha} + 7,5 \text{ cm} \cos \alpha \right) = \theta_A \cdot \omega, \rightarrow \omega = 2,39 \frac{1}{\text{s}}.$$

A forgási energia helyzeti energiává alakul:

$$\frac{1}{2} \theta_A \omega^2 = (m + m_0) gh \approx mgh \rightarrow h = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Elfordulásra konvertálva:

$$h = d_{A,TK} (1 - \cos \varphi) = \sqrt{\left( \frac{l}{2} \right)^2 + \left( \frac{l}{4} \right)^2} (1 - \cos \varphi) \rightarrow \varphi = 12,56^\circ.$$

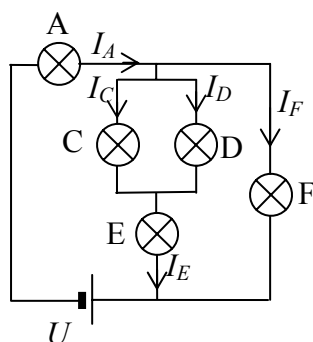
A maximális elfordulás a kezdeti állapottól számolva:

$$63,4^\circ + 12,56^\circ = 75,96^\circ \text{ vagy } 63,4^\circ - 12,56^\circ = 50,84^\circ.$$

15.

A teljesítmény:  $P = I^2 R$ , az a lámpa világít jobban, amelyre  $I^2$  nagyobb, de  $I$  sorrendje is elég.

$I_B = 0$ , mert a B lámpa rövidre van zárva, a továbbiakban a kapcsolásból hagyjuk ki.



$$R_{CDE} = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2} R,$$

$$R_{CDEF} = \frac{3}{5} R,$$

$$R_{eredő} = \frac{8}{5} R.$$

$$I_A \text{ a legnagyobb (főág): } I_A = \frac{U}{R_{eredő}} = \frac{5}{8} \frac{U}{R}.$$

A csomóponti és a huroktörvény alkalmazásával írhatjuk a további egyenleteket:

$$I_A = I_E + I_F \qquad I_E = \frac{2}{5} I_A = \frac{2}{8} \frac{U}{R}$$

}  $\rightarrow$

$$\frac{3}{2} R I_E = R I_F \qquad I_F = \frac{3}{5} I_A = \frac{5}{8} \frac{U}{R}$$

$$I_E = I_C + I_D$$

$$I_C = I_D \qquad \} \rightarrow \quad I_C = I_D = \frac{I_E}{2} = \frac{1}{8} \frac{U}{R}.$$

Tehát a sorrend: B (nem világít), C és D egyformán világít, E, azután F és A maximálisan világít.

$$P_B = 0, \quad P_C = P_D = \frac{1}{64} \frac{U^2}{R}, \quad P_E = \frac{4}{64} \frac{U^2}{R}, \quad P_F = \frac{9}{64} \frac{U^2}{R}, \quad P_A = \frac{25}{64} \frac{U^2}{R}.$$

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2002.

## EREDMÉNYEK

## GIMNÁZIUM 9. évfolyam

| Helyezés                    | Név              | Iskola                                               | Szaktanár                     |
|-----------------------------|------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>HŐTAN FELADATSOR</b>     |                  |                                                      |                               |
| 2.                          | Darázs Zoltán    | Eötvös József Középiskola, Heves                     | Kis Angelika                  |
| 3.                          | Török Tamás      | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László             |
| 4.                          | Laub Krisztina   | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                     | Nagy Tibor                    |
| 4.                          | Mucsi Dénes      | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László             |
| <b>MECHANIKA FELADATSOR</b> |                  |                                                      |                               |
| 1.                          | Szécsi Zsuzsanna | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István                  |
| 1.                          | Bazsó Gábor      | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Szécsiné Festő Hegedűs Margit |
| 1.                          | Farkas Balázs    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Nagy Anett                    |
| 2.                          | Bustya Áron      | Szent László Gimnázium, Baja                         | Jaloveczki József             |
| 2.                          | Filus Tamás      | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Nagy Anett                    |
| 2.                          | Koreck Péter     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Nagy Anett                    |
| 2.                          | Lantos Judit     | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                    |
| 3.                          | Józsa Áron       | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged        | Dr. Kovács László             |
| 3.                          | Haraszi Róbert   | Deák Ferenc Gimnázium, Szeged                        | Horváth Vera                  |
| 3.                          | Pogány Levente   | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István                  |
| 4.                          | Pálincás Csaba   | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok                 | Pécsi István                  |
| 5.                          | Dózsa Martin     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Nagy Anett                    |
| 5.                          | Holcsuk Sándor   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                |
| 6.                          | Vincze Zsombor   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Nagy Anett                    |

## GIMNÁZIUM 10. évfolyam

| Helyezés | Név                 | Iskola                                        | Szaktanár             |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Mazroa Dániel       | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Győri István          |
| 2.       | Szabó Botond        | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly           |
| 2.       | Pósfai Márton       | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Győri István          |
| 3.       | Tóth László         | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok            | Veres Dénes           |
| 3.       | Jójárt István       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Dr. Mező Tamás        |
| 4.       | Konfár András       | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Vincze István         |
| 4.       | Kórus Péter         | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Vincze István         |
| 5.       | Tóth Balázs         | III. Béla Gimnázium, Baja                     | Dr. Szkladányi András |
| 5.       | Zsuga Sándor        | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét             | Késmárki Andrásné     |
| 6.       | Medvey Ádám         | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly           |
| 6.       | Szentgyörgyi Roland | Petőfi Sándor Gimnázium, Kiskőrös             | Suhajda János         |

## GIMNÁZIUM 11. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                               | Szaktanár                     |
|----------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.       | Tóth Sándor     | Batsányi János Gimnázium, Csongrád                   | Szucsán András                |
| 2.       | Szekeres Balázs | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                   | Lapu Béla                     |
| 3.       | Bartha Ferenc   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás, Ábrahám Gábor |
| 3.       | Szrnka Béla     | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Lakatos Tóth István           |
| 4.       | Bóka Gergely    | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok                   | Lapu Béla                     |
| 5.       | Rárosi Ferenc   | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Lakatos Tóth István           |
| 6.       | Markó Roland    | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                |
| 6.       | Fehér Zoltán    | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                     | Balogh Béla                   |

## GIMNÁZIUM 12. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                        | Szaktanár                     |
|----------|-----------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| 2.       | Bényász László  | Eötvös József Középiskola, Heves              | Tófalusi Péter                |
| 3.       | Farkas Viktor   | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok              | Nagy Tibor                    |
| 3.       | Romsics Bence   | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Dr. Mező Tamás, Csányi Sándor |
| 4.       | Ribizsár András | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                   |
| 5.       | Péczy György    | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                   |
| 6.       | Schreiner Csaba | SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                   |
| 6.       | Vígh Róbert     | Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok            | Pécsi István                  |
| 6.       | Kevei Péter     | Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged    | Dr. Mező Tamás, Csányi Sándor |



## SZAKKÖZÉPISKOLA 9. évfolyam

| Helyezés | Név          | Iskola                                                     | Szaktanár       |
|----------|--------------|------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Nagy Tamás   | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba | Bertalan Zoltán |
| 2.       | Benkő István | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks                      | Csajági Sándor  |
| 3.       | Dobra András | Vásárhelyi Pál, Békéscsaba                                 | Kocsis Katalin  |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 10. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                      | Szaktanár             |
|----------|-------------------|---------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Bíró Bálint       | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks       | Csajági Sándor        |
| 2.       | Blumenschein Máté | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks       | Csajági Sándor        |
| 3.       | Kaposta Róbert    | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola, Szeged | Maróti Éva, Heim Edit |
| 3.       | Pap László        | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks       | Csajági Sándor        |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 11. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                   | Szaktanár      |
|----------|-----------------|------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Juhász Sándor   | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks    | Csajági Sándor |
| 2.       | Kasléder Albert | Energetikai Szakképzési Intézet, Paks    | Csajági Sándor |
| 3.       | Kovács Olivér   | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József |

## SZAKKÖZÉPISKOLA 12. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                                      | Szaktanár             |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Csengeri Attila  | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely |                       |
| 2.       | Peredi Krisztián | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola, Szeged                 | Maróti Éva, Heim Edit |
| 3.       | Gyuris Tibor     | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola, Szeged                 | Maróti Éva, Heim Edit |
| 3.       | Tallósy Gábor    | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                    | Horváth László        |
| 3.       | Mészáros András  | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola, Szeged                 | Maróti Éva, Heim Edit |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny**  
**2003. január 30.**

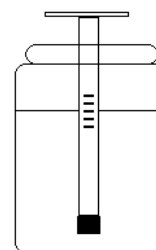
Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztázni, de törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A 10. osztályos gimnazisták hőtan vagy mechanika feladatsort választhatnak. **A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb öt megoldás számít.**

*Jó munkát kíván az SZTE Fizikus Tanszékcsoport!*

| <i>A gimnazisták feladatai:</i> |                                                             | <i>A szakközépiskolások feladatai:</i> |                                |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| 9. osztály                      | <b>1, 2, 3, 4</b>                                           | 9-10. osztály                          | <b>1, 2, 3, 4, 6, 9, 15</b>    |
| 10. osztály                     | <b>1, 5, 6, 7 (Mechanika)</b><br><b>1, 8, 9, 10 (Hőtan)</b> |                                        |                                |
| 11. osztály                     | <b>5, 8, 11, 12</b>                                         | 11-12. osztály                         | <b>4, 5, 8, 10, 11, 14, 15</b> |
| 12. osztály                     | <b>11, 12, 13, 14</b>                                       |                                        |                                |

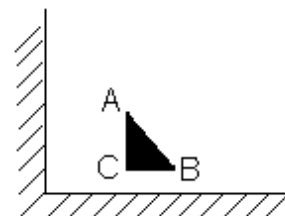
**\* \* \***

1. Befőttes üvegben víz van. A vízbe az ábrán látható módon nehezékkel ellátott 2,4 cm átmérőjű fahengert állítunk. A henger függőlegesen helyezkedik el, a tetején egy könnyű lemez van. Hogyan mérhetünk tömeget ezzel a „berendezéssel”? Milyen beosztást készítsünk a hengerre, hogy 1 g tömegű test ráhelyezésével egy beosztással változzék a henger helyzete? Mekkora tömeget mérhetünk meg?



2. Jani 6 m/s sebességgel fut, Éva 15%-kal gyorsabban. Egy 100 méteres versenyen mekkora távolságot tud Éva Janira verni? Éva mennyi idővel előbb ér a célba? *(Varjú Katalin)*

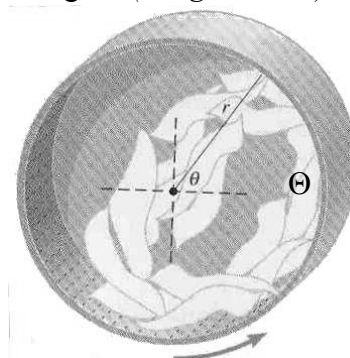
3. Egy kaleidoszkópban két, egymással 90°-os szöget bezáró síktükör van, melyek között színes gyöngyök helyezkednek el, ezeket sokszorozzák meg a tükrök. Az ábrán egy ilyen gyöngy látható. Rajzolja le ennek a gyöngynek a képeit! *(Varjú Katalin)*



4. Az autóban a hátsó ablak jégmentesítésére több vékony vezeték van az üvegbe ágyazva. Az egyenként 32  $\Omega$  ellenállású vezetékek párhuzamosan vannak kötve a 12 V-os akkumulátorra. A jégmentesítéskor az ablakon keletkezett 21 g 0°C-os jeget a fűtőszálak 2 perc alatt 0°C-os vízzé olvasztják. Tegyük fel, hogy az elektromos teljesítmény teljes egészében a jég olvasztására fordítódik. Hány vezetéket ágyaztak az üvegbe? *(Varga Zsuzsa)*

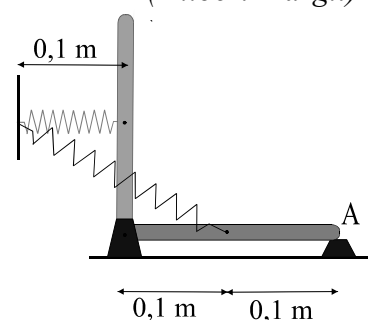
5. A ruhaszárító gépben vízszintes tengelyű, 32 cm sugarú lyukacsos hengerben forognak a ruhák. A berendezés úgy van megtervezve, hogy a ruhák a levegőben is mozogjanak száradás közben. Így a ruhadarabok, amikor a henger oldalán a vízszintessel  $\Theta$  szöget bezáró helyzetben vannak, elengedik a henger falát és visszaesnek. Mekkora a henger percenkénti fordulatszáma, ha a ruhák  $\Theta=70^\circ$  szögnél válnak le a falról?

*(Varga Zsuzsa)*

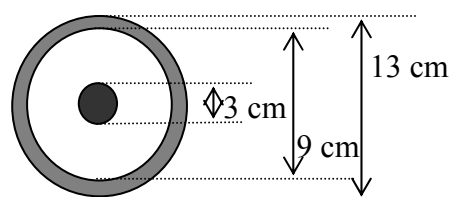


6. Egy betonkocka véletlenül leesik az 53 m magas épület tetejéről. Amikor a kocka 14 m magasban van, a lent álló, 2 m magas munkás felnéz, és észleli, hogy a kocka éppen rá fog esni. Legfőbb mennyi ideje van, hogy félreugorjon? (Varga Zsuzsa)
7. Egy  $l$  hosszúságú fonálon  $m$  tömegű test lóg. Mekkora az így készült inga lengésideje? Hogyan változik a lengésidő, ha az ingát  $a$  gyorsulású liftbe helyezzük, illetve ha egy kamionban helyezzük el, amely  $v$  sebességgel halad egy  $r$  sugarú körforgalomban? (Varjú Katalin)
8. Függőleges, henger alakú tartályban, dugattyúval elzárt 2 m magas térrészben 0,5 m magas vízoszlop felett a víz telített gőze van. Ezen a hőmérsékleten a gőz és a víz sűrűségének aránya 1:2. A dugattyút feljebb húzzuk 0,5 m-rel, majd az eredeti helyzetéhez képest beljebb toljuk 1 m-rel. Mekkora térfogatot foglal el a gőz ebben a két esetben? Milyen változások lesznek a hengerben, ha a dugattyút a kezdeti, 2 m-es magasságából folyamatosan mozgatjuk fel és le? A hőmérséklet mindvégig állandó! (Hilbert Margit)
9. Meg tudunk-e olvasztani egy 400 g tömegű vas csészében 120 g ólmot? Mennyi hőre van szükségünk, ha a kezdeti hőmérséklet  $18^\circ\text{C}$ ? (Hilbert Margit)
10. Vízszintesen fekvő, mindkét végén lezárt, 1 m hosszú üvegcsőben bal oldalt 30 cm, jobb oldalt 50 cm hosszúságban  $0^\circ\text{C}$ -os levegő van. A két levegőmennyiséget higany választja el. Hány fokra kell a baloldali levegőt melegíteni, – miközben a jobboldali levegő  $0^\circ\text{C}$ -on marad – hogy a higanyfonál középre tolódjék? A higany térfogatváltozását hanyagoljuk el! (Hilbert Margit)

11. Az ábra szerinti 20 cm hosszú, 0,75 kg tömegű rúd függőleges helyzetből eldől. A rugó kezdetben nyújtatlan, a rugóállandó 25 N/m. Mekkora az  $A$  végpont sebessége, amikor a rúd vége becsapódik az asztalba? (Varga Zsuzsa)



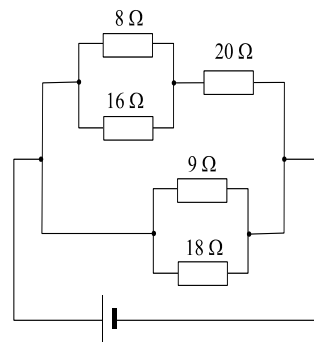
12. Az ábrán egy vezeték keresztmetszete látható. A középső henger szigetelő anyagból készült, és anyagában egyenletesen eloszló  $200 \text{ nC/m}^3$  töltéssűrűsége van. A külső környezetétől elszigetelt hengerpalást vezető anyagból készült. Mekkora a töltéssűrűség a vezető belső és külső felületén? A középső henger behelyezése előtt a külső hengeren nem volt töltés. Mekkora a térerősség a tengelytől való távolság függvényében? (Varjú Katalin)



13. Az út szélén parkoló autóban ülve az oldalsó, 2 m sugarú konvex tükörben egy kocogót veszünk észre, aki a tükörtől 5 m távolságban van és 3,5 m/s sebességgel közeledik felénk. A tükörben nézve mekkorának tűnik a sebessége? (Varjú Katalin)

14. Vízszintes irányú mágneses tér mágneses indukcióját a következő módon határozzuk meg: a mágneses térben lévő vízszintes asztalra helyezzünk el egy kör keresztmetszetű, 5 menetes, 1 m hosszú, 0,6 mm átmérőjű alumínium vezetékből készült tekercset, melybe nagyon hajlékony vezetékekkel változtatható erősségű egyenáramot vezetünk. Mekkora a  $B$  értéke, ha a tekercs 0,5 A áramnál mozdul meg? *(Hilbert Margit)*

15. Az ábrán a  $8\ \Omega$ -os ellenálláson keresztül folyó áram  $0,5\ \text{A}$ . Mekkora áram folyik át a  $20\ \Omega$ -os, illetve a  $9\ \Omega$ -os ellenálláson? *(Varga Zsuzsa)*



**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny****2003. január 30.**

MEGOLDÁSOK

1.

Adatok:  $d = 2,4 \text{ cm}$ ,  $\rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $m_0 = 1 \text{ g}$

Amikor a mérlegre 1 g többletsúlyt helyezünk, akkor az  $h_0$ -al süllyed mélyebbre. Az így nyert többlet felhajtóerő tart egyensúlyt az 1 g súlyával:

$$m_0 \cdot g = \rho_v \cdot h_0 \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \pi \cdot g. \text{ Innen } \underline{h_0 = 0,22 \text{ cm}}.$$

A maximálisan mérhető tömeg megállapításához tudnunk kell, hogy a „mérleg” üres állapotában mennyi a vízből még kilógó farúd hossza, illetve mekkora a farúd alja és a befőttesüveg alja közötti távolság. E két távolság közül a kisebbet  $h_{\max}$ -szal jelölve a

$$\underline{\underline{\text{maximálisan mérhető tömeg: } m_{\max} = \rho_v \cdot h_{\max} \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \pi = m_0 \cdot \frac{h_{\max}}{h_0}}}.$$

2.

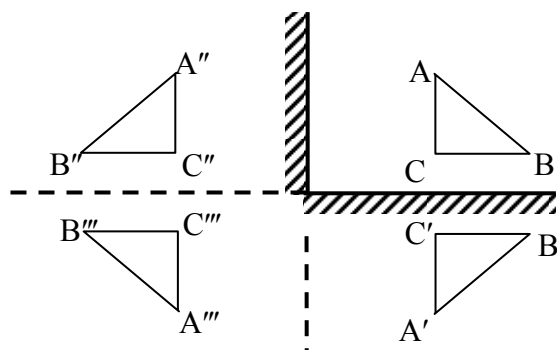
Adatok:  $v_J = 6 \text{ m/s}$ ,  $v_E = 1,15 \cdot 6 \text{ m/s} = 6,9 \text{ m/s}$ ,  $s = 100 \text{ m}$ .

A 100 m-es távot Jani és Évi  $t_J = \frac{s}{v_J} = 16,67 \text{ s}$ , illetve  $t_E = 14,49 \text{ s}$ , ahonnan az időkülönbség:

$\Delta t = \underline{2,18 \text{ s}}$ , ennyivel előbb ér Éva a célba. Amikor Évi beér, Jani  $s_J = v_J \cdot t_E = 86,94 \text{ m}$  távot tett meg, vagyis lemaradása  $\Delta s = \underline{13,1 \text{ m}}$ , ekkora távolságot ver Évi Janira.

3.

A kaleidoszkópban minden alakzatnak 3 képe keletkezik. A bejelölt háromszögnek az alábbi tükörképei láthatók:



4.

Adatok:  $R = 32 \Omega$ ,  $U = 12 \text{ V}$ ,  $m = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$   $0^\circ\text{C}$ -os jég,  $t = 120 \text{ s}$ ,  $L_0 = 335 \text{ kJ/kg}$ .

$n = ?$

A jég vízzé olvasztásához szükséges hő:  $Q = m \cdot L_0 = 7,035 \text{ kJ}$ . A szükséges elektromos teljesítmény:  $P = Q/t = 58,62 \text{ W}$ . A vezetékek eredő ellenállása  $R_e = R/n$ , másrészt  $R_e = U^2/P$ .

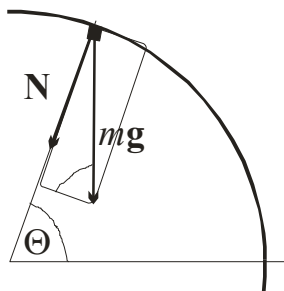
A vezetékek száma:  $n = R \cdot P / U^2 = 13,02$ . A jégmentesítő 13 vezetékből áll.

Egyszerűbben úgy is gondolkodhatunk, hogy egyetlen vezeték által termelt hő számíthat ki

először:  $Q_+ = \frac{U^2 \cdot t}{R} = 540 \text{ W}$ ,  $n \approx \frac{Q}{Q_1}$ ,  $n=13$ .

5.

$r = 0,32 \text{ m}$ ,  $\Theta = 70^\circ$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .  $f = ?$  (fordulat/perc)



A körpályán maradás feltétele:  $m\omega^2 r = N + mg \sin \Theta$ .

Kifejezve a nyomóerőt:  $N = m\omega^2 r - mg \sin \Theta$ .

A ruhák akkor hullanak le, ha a nyomóerő nullává válik:

$N=0$ , azaz  $m\omega^2 r = mg \sin \Theta$ . Ebből  $\omega = \sqrt{\frac{g \sin \Theta}{r}} = 5,36 \text{ s}^{-1}$ .

A henger fordulatszáma:  $f = \frac{\omega}{2\pi} = 0,85 \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{51,25 \text{ perc}^{-1}}}$ .

6.

$h = 53 \text{ m}$ ,  $s = 14 \text{ m}$ ,  $l = 2 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .  $t_u = ?$

A kocka  $h' = h - s = 39 \text{ m}$ -t esett, amikor a munkás felnéz. Ebben a pillanatban a sebessége:

$v = \sqrt{2gh'} = 27,66 \text{ m/s}$ .

A kocka még  $s' = s - l = 12 \text{ m}$  utat tesz meg  $t_u$  idő alatt, amíg a munkásra esik:

$s' = vt_u - \frac{g}{2} t_u^2$ . Ebből kifejezhető  $t_u$ :  $t_u = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 + 2gs'}}{g} = \frac{-27,66 \pm 31,63}{9,81} \text{ s}$ .

Most csak a pozitív gyök értelmes, tehát a munkásnak  $0,4 \text{ s}$  ideje van az elugrásra.

7.

Az inga lengésideje attól függ, hogy az inga helyén mekkora az eredő gyorsulás.

a) A nyugvó inga esetében ez  $g$ .

b) A liftben elhelyezett inga esetén:  $g \pm a$  a lift mozgásirányától függően.

c) A körforgalomban haladó teherautó esetén a gravitációs gyorsulás merőleges a centrifugális

gyorsulásra, így ezek összege:  $\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$ .

A megfelelő lengésidők:

$T_a = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ,  $T_b = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{g \pm a}}$ ,  $T_c = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}} = 2 \cdot \pi \sqrt[4]{\frac{l^2}{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}$

## 8.

Legyen a tartály alapterülete  $A$ , a gőz sűrűsége  $\rho_g$ , a vízé  $\rho_v = 2 \rho_g$ , a vízoszlop és a gőzoszlop magassága rendre  $h_v$  és  $h_g$ .

A kiindulási állapotban meghatározzuk a víz + gőz össztömegét, ami állandó marad:  $h_v = 0,5$  m és  $h_g = 1,5$  m, így  $M = A \cdot h_v \cdot \rho_v + A \cdot h_g \cdot \rho_g = 2,5 \text{ m} \cdot A \cdot \rho_g$ .

a) Ha a dugattyút fél méterrel kihúzzuk:

$$h_{v,1} + h_{g,1} = 2,5 \text{ m és } A \cdot h_{v,1} \cdot \rho_v + A \cdot h_{g,1} \cdot \rho_g = 2,5 \text{ m} \cdot A \cdot \rho_g, \text{ ahonnan}$$

$$h_{v,1} = 0 \text{ és } h_{g,1} = 2,5 \text{ m, vagyis ebben az állapotban a hengerben a víz gőz állapotban van.}$$

b) Ha a dugattyút egy méterrel betoljuk:

$h_{v,1} + h_{g,1} = 1 \text{ m és } A \cdot h_{v,1} \cdot \rho_v + A \cdot h_{g,1} \cdot \rho_g = 2,5 \text{ m} \cdot A \cdot \rho_g$ , amely egyenleteknek nincs egyidejű megoldása, vagyis ez az állapot nem valósítható meg. Ez abból is kiderül, ha megvizsgáljuk, hogy mennyi az  $M$  tömegű víz térfogata:  $2,5 \text{ m} \cdot A \cdot \rho_g = A \cdot h_v \cdot 2 \cdot \rho_g$ , ahonnan  $h_v = 1,25 \text{ m}$ .

Ha a dugattyút kifelé húzzuk, akkor a víz fölött csökken a nyomás, aminek hatására a víz párolog, és egyre kevesebb térfogatot foglal el a víz. Amikor a dugattyú eléri a 2,5 m magasságot, már minden víz telített gőz állapotban van. Ha a dugattyút még tovább húzzuk kifelé, akkor a hengerben telítetlen gőz lesz. Ha a dugattyút befelé toljuk, akkor egyre több gőz csapódik le, míg a dugattyú 1,25 m helyzeténél már minden víz lecsapódott állapotban van, és mivel a folyadékok nem összenyomhatóak, a dugattyú beljebb nem tolható.

## 9.

Adatok:  $m_{Fe} = 0,4 \text{ kg}$ ,  $m_{Pb} = 0,12 \text{ kg}$ ,  $t_0 = 18^\circ\text{C}$  és függvénytáblázatból:

$$t_{Fe} = 1536^\circ\text{C}, t_{Pb} = 327^\circ\text{C}, c_{Fe} = 464,76 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, c_{Pb} = 129,79 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, L_{o,Pb} = 23,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

Mivel a vas olvadáspontja magasabb, így az olvasztás lehetséges.

A rendszerrel közlendő hő:

$$Q = (c_{Fe} \cdot m_{Fe} + c_{Pb} \cdot m_{Pb}) \cdot (t_{Pb} - t_0) + L_{o,Pb} \cdot m_{Pb} = \underline{\underline{65,12 \text{ kJ}}}.$$

**10.**

A cső keresztmetszete legyen  $A$ . A baloldali légrész adatait 1-es, a jobboldalit 2-essel jelöljük, majd a melegítés után a megfelelő mennyiségeket ' -vel látjuk el:

$$h_1 = 30\text{cm}, h_2 = 50\text{cm}, h_1' = 40\text{cm}, h_2' = 40\text{cm}$$

$$p_1 = p_2, p_1' = p_2' \text{ és } T_1 = T_2 = T_2' = 273\text{K}$$

Az egyesített gáztörvényt felírjuk mindkét légrészre:  $\frac{p_1 \cdot A \cdot h_1}{T_1} = \frac{p_1' \cdot A \cdot h_1'}{T_1'}$  illetve

$$\frac{p_2 \cdot A \cdot h_2}{T_2} = \frac{p_2' \cdot A \cdot h_2'}{T_2'}. \text{ Ahonnan } T_1' = \frac{5}{3} T_1 = \underline{455 \text{ K}}.$$

**11.**

$l = 0,2 \text{ m}, m = 0,75 \text{ kg}, D = 25 \text{ N/m}, g = 9,81 \text{ m/s}^2, \Theta = \frac{1}{3} \text{ ml}^2$  a rúd végén átmenő tengelyre.

$$v_A = ?$$

A rúd végső, fekvő helyzetében a rugó hossza  $x = \sqrt{0,1^2 + 0,2^2} \text{ m} = 0,1\sqrt{3} \text{ m}$ . Ebből a rugó megnyúlása:  $\Delta x = x - l/2 = 0,073 \text{ m}$ .

Fölírhatjuk az energiamegmaradás tételét a rúd kezdeti és végállapotára:

$$mg \frac{l}{2} = \frac{1}{2} D \Delta x^2 + \frac{1}{2} \Theta \omega^2.$$

Ebből kifejezhető a tengely körüli forgás szögsebessége az asztalra csapódáskor:

$$\omega^2 = \frac{mgl - D \Delta x^2}{\Theta} = 133,84 \text{ s}^{-2}, \text{ azaz } \omega = 11,57 \text{ s}^{-1}.$$

Tehát a végpont sebessége  $v_A = \omega l = \underline{2,31 \text{ m/s}}$ .

**12.**

Adatok:  $\rho = 200 \text{ nC/m}^3, R_1 = 1,5 \text{ cm}, R_2 = 4,5 \text{ cm}, R_3 = 6,5 \text{ cm}$

A vezető belső oldalán a töltéssűrűség legyen  $\sigma_1$ , a külső felületen  $\sigma_2$  !

Mivel a vezető belsejében a térerősség zérus, a szigetelő töltéseiből induló minden erővonal a vezető belső felületén elhelyezkedő, ellentétes előjelű töltéseken kell, hogy végződjön. Mivel a vezető eredetileg semleges volt és el van szigetelve a környezetétől, a belső és külső felületen elhelyezkedő ellentétes előjelű töltések összege mindvégig zérus, nagyságuk megegyezik. A vezeték egy  $h$  hosszúságú szakaszán elhelyezkedő töltésmennyiség:

$$Q = \rho \cdot R_1^2 \cdot \pi \cdot h = -\sigma_1 \cdot 2 \cdot R_2 \cdot \pi \cdot h = \sigma_2 \cdot 2 \cdot R_3 \cdot \pi \cdot h.$$



Innen  $\sigma_1 = -0,5 \text{ nC/m}^2$  és  $\sigma_2 = 0,35 \text{ nC/m}^2$ .

A télerősséget a Gauss-tétel segítségével határozzuk meg. Kihasználjuk, hogy az elrendezés hengerszimmetrikus.

a)  $R < R_1$

$$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot A \Rightarrow \frac{\rho \cdot R^2 \cdot \pi \cdot h}{\varepsilon_0} = E \cdot 2 \cdot R \cdot \pi \cdot h \Rightarrow E = \frac{\rho \cdot R}{2 \cdot \varepsilon_0},$$

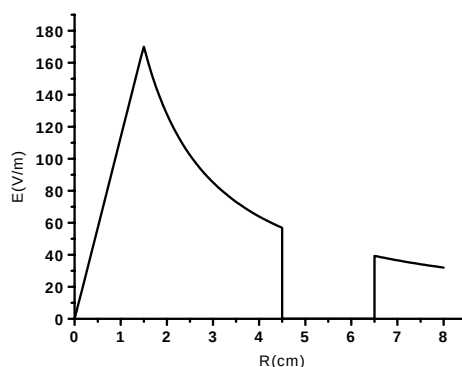
b)  $R_1 < R < R_2$   $E = \frac{\rho \cdot R_1^2}{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot R},$

c)  $R_2 < R < R_3$   $E = 0,$

d)  $R_3 < R$   $E = \frac{\rho \cdot R_1^2}{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot R}.$

Kiszámoljuk a télerősség számértékét a határfelületeknél:

$$E(R_1) = 170 \frac{\text{V}}{\text{m}}, E(R_2) = 56,8 \frac{\text{V}}{\text{m}}, E(R_3) = 39,3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$



### 13.

Adatok:  $v = 3,5 \text{ m/s}$ ,  $t_0 = 5 \text{ m}$ ,  $R = 2 \text{ m}$ ,  $f = -1 \text{ m}$

A leképezési egyenlet átrendezésével:  $k = \frac{f \cdot t}{t - f}.$

Ezt deriválva kapjuk a képpont sebességét (az időt most  $\tau$ -val jelöljük):

$$\frac{dk}{d\tau} = \frac{f \cdot \frac{dt}{d\tau} \cdot (t - f) - f \cdot t \cdot \frac{dt}{d\tau}}{(t - f)^2} = \frac{f \cdot v \cdot (t - f) - f \cdot t \cdot v}{(t - f)^2} = -\frac{f^2 \cdot v}{(t - f)^2}$$

Ennek értéke a kérdéses időpontban:  $\frac{dk}{d\tau} = 0,097 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$

**Megjegyzés:** A feladat közelítő megoldása deriválás nélkül is megadható, ha kiszámítjuk a képpont helyét kis  $d\tau = 0,01 \text{ s}$  idővel a jelen helyzet előtt és után.

$$t_1 = t_0 + v \cdot \Delta\tau = 5,035 \text{ m}, \text{ valamint } t_2 = t_0 - v \cdot \Delta\tau = 4,965 \text{ m}.$$

$$\text{Ezekhez tartozik: } k_1 = \frac{f \cdot t_1}{t_1 - f} = -0,834 \text{ m}, \text{ illetve } k_2 = \frac{f \cdot t_2}{t_2 - f} = -0,832 \text{ m}.$$

$$\text{Innen a képpont sebessége: } v_k = \frac{\Delta k}{\Delta\tau} = \frac{0,002 \text{ m}}{0,02 \text{ s}} = \underline{0,1 \text{ m/s}}.$$

14.

Adatok:  $\rho = 2702 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $h = 1\text{m}$ ,  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,  $d = 6 \cdot 10^{-4} \text{m}$ ,  $N = 5$ ,  $I = 0,5 \text{A}$ .

A kör alakú tekercs adatai: egy menet hossza  $\frac{h}{N}$ , vagyis a kör sugara:  $R = \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot N}$ , területe

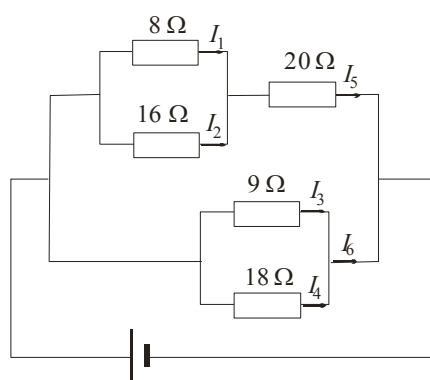
$$A = \left( \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot N} \right)^2 \cdot \pi = \frac{h^2}{4 \cdot \pi \cdot N^2}. \text{ A tekercs tömege: } m = \rho \cdot h \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \pi$$

A tekercsre ható forgatónyomatékok akkor tartanak egyensúlyt, amikor a tekercs megmozdul:

$$N \cdot B \cdot I \cdot A = m \cdot g \cdot R.$$

$$\text{Innen } B = \frac{\rho \cdot h \cdot d^2 \cdot \pi \cdot g \cdot R}{4 \cdot N \cdot B \cdot I \cdot A} = \frac{\rho \cdot h \cdot d^2 \cdot \pi \cdot g \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot N}}{4 \cdot N \cdot B \cdot I \cdot \frac{h^2}{4 \cdot \pi \cdot N^2}} = \frac{\rho \cdot d^2 \cdot \pi \cdot g}{2 \cdot I} = \underline{0,03 \text{ T}}.$$

15.



$$I_1 = 0,5 \text{ A}, I_5 = ?, I_3 = ?$$

A  $8 \Omega$ -os és  $16 \Omega$ -os ellenálláson ugyanakkora feszültség esik:  $8 I_1 = 16 I_2$ , ezért  $I_2 = 0,25 \text{ A}$ .

A  $20 \Omega$ -os ellenálláson átfolyó áram  $I_1$  és  $I_2$  összege:

$$I_5 = \underline{0,75 \text{ A}}.$$

A felső ágra eső feszültség:

$$U = 8 \Omega \cdot 0,5 \text{ A} + 20 \Omega \cdot 0,75 \text{ A} = 19 \text{ V}.$$

A felső és alsó ágra eső feszültség megegyezik:

$$I_3 = U / 9 \Omega = \underline{2,11 \text{ A}}.$$

| helyezés | tanuló            | iskola                                            | tanár                                  |
|----------|-------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1.       | Ökrös Tamás       | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                           |
| 1.       | Jankó Zsuzsanna   | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                         |
| 1.       | Török Péter       | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                         |
| 2.       | Kurgyis Zsuzsanna | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                         |
| 2.       | Széchenyi Gábor   | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                           |
| 3.       | Pécs László       | III. Béla Gimnázium, Baja                         | Dr. Szkladányi András                  |
| 3.       | Magda Gábor       | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                         |
| 4.       | Herédi Zoltán     | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged          | Csiszár Imre                           |
| 4.       | Horváth Dávid     | Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János                           |
| 4.       | Jordán Tamás      | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                           |
| 4.       | Nagy Péter        | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Pécsi István                           |
| 4.       | Végh Marcell      | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged          | Tóth Károly                            |
| 5.       | Domonkos Tamás    | Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Berecz János                           |
| 5.       | Szabó Tamás       | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                         |
| 6.       | Kocsis Vilmos     | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged          | Tóth Károly                            |
| 6.       | Rácz György       | III. Béla Gimnázium, Baja                         | Karagity István, Dr. Szkladányi András |
| 6.       | Tóth Róbert       | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dudás Zoltánné                         |

Gimnázium 10. évfolyam **HÓTAN**

| helyezés | tanuló         | iskola                                            | tanár                         |
|----------|----------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.       | Filus Tamás    | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Nagy Anett                    |
| 2.       | Bazsó Gábor    | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Szécsiné Festő Hegedűs Margit |
| 2.       | Lencsés Gyula  | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Nagy Anett                    |
| 3.       | Gál Szabolcs   | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dudás Zoltánné                |
| 4.       | Tóth Miklós    | Batsányi János Gimnázium, Csongrád                | Szabó László                  |
| 5.       | Lantos Judit   | Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                    |
| 6.       | Miskuly Miklós | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét                 | Borsos Ferenc, Bakk János     |

Gimnázium 10. évfolyam **MECHANIKA**

| helyezés | tanuló              | iskola                                   | tanár                     |
|----------|---------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| 1.       | Bustya Áron         | Szent László ÁMK (Baja)                  | Jaloveczki József         |
| 3.       | Heisenberger Viktor | Leőwey Klára Gimnázium, Pécs             | Simon Péter               |
| 3.       | Pálinkás Csaba      | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok     | Pécsi István              |
| 4.       | Handbauer Péter     | Leőwey Klára Gimnázium, Pécs             | Simon Péter               |
| 5.       | Sikó Lóránt         | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét        | Borsos Ferenc Bakk János, |
| 5.       | Szalai András       | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok         | Balogh Béla               |
| 6.       | Békéssy László      | Szent László ÁMK (Baja)                  | Jaloveczki József         |
| 6.       | Szüllő Adám         | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged | Dr. Kovács László         |
| 6.       | Tóta Ádám           | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok         | Balogh Béla               |

## Gimnázium 11. évfolyam

| helyezés | tanuló              | iskola                                   | tanár                 |
|----------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| 1.       | Pósfai Márton       | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged | Győri István          |
| 2.       | Mazroa Dániel       | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged | Győri István          |
| 3.       | Jórárt István Péter | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged         | Dr. Mező Tamás        |
| 4.       | Szász Krisztián     | Leőwey Klára Gimnázium, Pécs             | Simon Péter           |
| 4.       | Borda Bence         | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét        | Késmárki Andrásné     |
| 5.       | Pongrácz András     | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok     | Veres Dénes           |
| 6.       | Tóth Balázs         | III. Béla Gimnázium, Baja                | Dr. Szkladányi András |

## Gimnázium 12. évfolyam

| helyezés | tanuló          | iskola                                            | tanár                           |
|----------|-----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.       | Reiss Tibor     | Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét                 | Borsos Ferenc                   |
| 1.       | Szekeres Balázs | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Lapu Béla                       |
| 3.       | Szrnka Béla     | Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | Lakatos Tóth István             |
| 4.       | Bartha Ferenc   | Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged                  | Dr. Mező Tamás                  |
| 4.       | Bóka Gergely    | Verseghegy Ferenc Gimnázium, Szolnok              | Lapu Béla                       |
| 4.       | Tóth Sándor     | Batsányi János Gimnázium, Csongrád                | Erdélyi Péterné, Szucsán András |
| 5.       | Jankó András    | SZTE Ságvári Endre Gy. Gimnázium, Szeged          | Győri István                    |
| 6.       | Szepesi Gábor   | Varga Katalin Gimnázium, Szolnok                  | Balogh Béla                     |

## Szakközépiskola 9. évfolyam

| helyezés | tanuló neve    | iskola                                                      | szaktanár neve |
|----------|----------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Dajka Attila   | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét                     | Horváth Lajos  |
| 2.       | Horváth István | Energetikai Szakközépiskola, Paks                           | Faragó Zoltán  |
| 2.       | Dobóczki Csaba | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét                     |                |
| 3.       | Albert Emil    | Kossuth Zs. Műszaki SZKI, Hódmezővásárhely                  | D. Balogh Irén |
| 3.       | Árva Balázs    | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Nagy Zsuzsanna |

## Szakközépiskola 10. évfolyam

| helyezés | tanuló neve     | iskola                                                      | szaktanár neve         |
|----------|-----------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.       | Nagy Tamás      | Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba  | Bertalan Zoltán        |
| 2.       | Szeghalmi Lajos | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét                     | Simala Irén            |
| 3.       | Benkő István    | Energetikai Szakközépiskola, Paks                           | Csajági Sándor         |
| 3.       | Vancsik János   | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged                    | Vargáné Szőke Márta    |
| 3.       | Fajfrik Zoltán  | Kossuth Zsuzsanna Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Lébenguthné Sz. Eszter |

## Szakközépiskola 11. évfolyam

| helyezés | tanuló neve       | iskola                                  | szaktanár neve |
|----------|-------------------|-----------------------------------------|----------------|
| 1.       | Blumenschein Máté | Energetikai Szakközépiskola, Paks       | Csajági Sándor |
| 2.       | Bíró Bálint       | Energetikai Szakközépiskola, Paks       | Csajági Sándor |
| 2.       | Ruzsonyi Gábor    | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét | Simala Irén    |
| 3.       | Kovács Sándor     | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét | Kéri Katalin   |

## Szakközépiskola 12. évfolyam

| helyezés | tanuló neve    | iskola                                   | szaktanár neve |
|----------|----------------|------------------------------------------|----------------|
| 1.       | Buczkó Gábor   | Szent László ÁMK                         | Hajdók Róbert  |
| 2.       | Juhász Sándor  | Energetikai Szakközépiskola, Paks        | Csajági Sándor |
| 3.       | Kovács Olivér  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József |
| 3.       | Kertész Zoltán | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Horváth József |

Iskolák:

**32 iskola**

Ady Endre-Bay Zoltán Gimnázium, Sarkad  
Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét  
Batsányi János Gimnázium, Csongrád  
Belvárosi Általános Iskola és Gimnázium, Békéscsaba  
Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely  
Bolyai János Gimnázium, Kecskemét  
Csonka János Műszaki Szakközépiskola  
Deák Ferenc Gimnázium, Szeged  
Déri Miksa Ipari Szakközépiskola  
Energetikai Szakközépiskola és Kollégium, Paks  
Eötvös József Középiskola, Heves  
Erkel Ferenc Gimnázium, Gyula  
Gábor Dénes Gimnázium, Szakközépiskola  
Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba  
Horváth Mihály Gimnázium, Szentes  
III. Béla Gimnázium, Baja  
József Attila Gimnázium, Makó  
Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét  
Kecskeméti Református Kollégium Gimnáziuma  
Kiskunhalasi Református Kollégium Szilády Áron Gimnáziuma  
Kossuth Zsuzsanna Gimnázium, Egészségügyi SzKI, Szeged  
Kossuth Zsuzsanna Műszaki SzKI, Hódmezővásárhely  
Leőwey Klára Gimnázium, Pécs  
Nyíregyházi Evangélikus Kossuth Lajos Gimnázium  
Petőfi Sándor Gimnázium, Kiskőrös  
Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged  
Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba  
Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged  
Szent László ÁMK, Baja  
Varga Katalin Gimnázium, Szolnok  
Vásárhelyi P. Műszaki SzKI, Békéscsaba  
Versey Ferenc Gimnázium, Szolnok

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható (mobiltelefon, internet nem). A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

**Kérjük töltsse ki a VÁLASZLAPOT!**

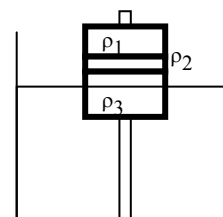
**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb négy megoldás számít.**

*Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és az SZTE Fizikus Tanszékcsoport!*

| A gimnazisták feladatai: |              | A szakközépiskolások feladatai: |                    |
|--------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------|
| 9. osztály               | 1, 2, 3, 4   | 9-10. osztály                   | 1, 2, 3, 5, 6, 8   |
| 10. osztály              | 2, 5, 6, 7   |                                 |                    |
| 11. osztály              | 5, 7, 9, 10  | 11-12. osztály                  | 5, 7, 8, 9, 10, 11 |
| 12. osztály              | 7, 9, 10, 11 |                                 |                    |

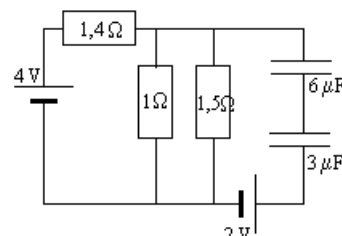
\*\*\*

- Két, egymással párhuzamosan futó sín páron két vonat közeledik egymáshoz. Az egyik sebessége 80 km/h. A köztük lévő távolság 45 km, fél óra múlva a távolság ugyanennyi. Mekkora a másik vonat sebessége?
- Egy vízzel telt edényben egy függőleges rúd áll az edény aljához rögzítve. Erre a rúdra ráhúzzunk három, azonos keresztmetszetű különböző sűrűségű korongot. A három korong tömege megegyezik. A legfelső korong magassága 10 cm. Mi lesz a korongok helyzete egyensúlyi állapotban?  
 $\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3$   $\rho_3 = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ,  
 a)  $\rho_2 = 1,2 \text{ g/cm}^3$ ,                      b)  $\rho_2 = 1,6 \text{ g/cm}^3$



- Felszálláskor a repülőre a szárnyak és a motor együttes hatásaként 90 kN erő hat, a vízszintessel bezárt  $60^\circ$ -os szögben. A repülő függőleges irányban állandó sebességgel emelkedik, miközben vízszintes irányban tovább gyorsul. Mekkora a repülő tömege? Mekkora a vízszintes gyorsulás értéke?
- Egy lejtő és egy ráhelyezett test között a súrlódási együttható a lejtő felső szakaszán 0,3, az ugyanolyan hosszúságú alsó szakaszán pedig 0,4. Ha a testet a lejtő tetejére helyezzük, akkor kezdetben növekvő sebességgel halad, majd lassulva a lejtő legalján megáll. Határozzuk meg a lejtő hajlásszögét!
- Egy gumiszálát megnyújtás nélkül egy liftben vízszintesen rögzítettünk, majd középen nehezéket akasztottunk rá. A terhelt gumiszál a nyugalomban lévő liftben  $30^\circ$ -os szögben, majd a gyorsuló liftben  $35^\circ$ -os szögben hajlik a vízszintes alá. Mennyi a lift gyorsulása?
- Egy tó  $452 \text{ km}^2$  felszínét átlagosan 8 cm vastagságú jég réteg borítja. Mennyi energiát nyel el a tó tavasszal a környezetétől, amíg a jég elolvad? Ha feltételezzük, hogy a jég felolvasához csupán a napsugárzás járul hozzá, akkor hány órányi napsütés szükséges a teljes olvadáshoz? A Föld felszínén lévő, a sugárzásra merőleges  $1 \text{ m}^2$ -es felületre közelítőleg 1 kW teljesítmény esik. A jégfelszín a sugárzás 90 %-át visszaveri, a napsugarak beesési szöge  $60^\circ$ .  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ ,  $L_o = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .

7. Egy  $1 \text{ m}^3$ -es tartályban  $20^\circ\text{C}$  hőmérsékleten  $0,2 \text{ mol CO}$  és  $5 \text{ mol levegő}$  van. Az égést a következő kémiai egyenlet írja le  $2 \text{ CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2$ . Az exoterm reakció során  $1 \text{ mol CO}_2$  keletkezésekor  $280 \text{ kJ}$  energia szabadul fel. A levegő tömegének  $20\%$ -át  $\text{O}_2$  és  $80\%$ -át  $\text{N}_2$  teszi ki, mely utóbbi a reakcióban nem vesz részt. A tartályban a reakciót egy elektromos szikra indítja be. Mekkora a kezdeti nyomás a tartályban? Mekkora a végső nyomás a tartályban, ha (a) tartály fala hőszigetelő? (b) a tartály fala jó hővezető anyagból készült?



8. Mekkora az ábrán látható áramkörben a  $3\mu\text{F}$ -os kondenzátorban tárolt energia?
9. Egy viszonylag nagytömegű méterrúd egyik vége egy vízszintes helyzetű tengely körül szabadon elfordulhat. A kezdetben vízszintes rúdra tegyünk egyenlő,  $10 \text{ cm}$ -es távolságokban  $1 \text{ Ft}$ -os pénzérméket. Az elengedés pillanatában mi történik? Amikor az eredeti helyzettől  $10^\circ$ -kal elfordul a rúd, akkor melyik érmék nem mozdultak meg a rúdhöz képest? Az érme és a rúd közötti tapadási együttható értéke  $0,5$ .
10. Erős műanyag szálát a mennyezethez erősítünk, melyen két azonos töltésű pontszerű test van rögzítve egymástól  $1,3 \text{ m}$  távolságban. A felső test  $30 \text{ g}$ , az alsó test  $60 \text{ g}$  tömegű. A két test között egy  $10 \text{ g}$  tömegű és  $10 \mu\text{C}$  töltésű kis gyűrű csúszhat súrlódás nélkül. Ez a gyűrű az alsó test felett  $10 \text{ cm}$  magasan nyugalomban van. Határozzuk meg a rögzített testek töltését! Mekkora erő feszíti a fonal alsó és felső szakaszát?  
Ebben a feladatban számoljon  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  kerekített értékkel!

11. Egy  $30^\circ$ - $60^\circ$ - $90^\circ$ -os prizma az ábra szerint, az átfogóra merőleges keskeny fénynyaláb esik. A prizma anyagának törésmutatója  $2,1$ . A háromszög mely oldalain lép ki fény?

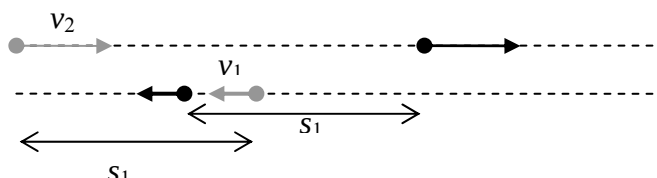




**1.**

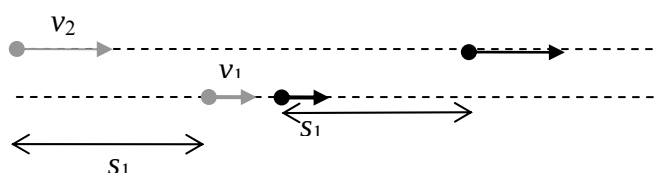
Adatik:  $v_1 = 80 \text{ km/h}$ ,  $t = 0,5 \text{ h}$ ,  $s_1 = s_2 = 45 \text{ km}$ ,  
 $v_2 = ?$

a) A vonatok szembe jönnek:



$$2 s_1 = v_2 t + v_1 t \Rightarrow v_2 = \frac{2s_1}{t} - v_1 = \frac{2 \cdot 45 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} - 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \underline{100 \text{ km/h.}} \quad 15 \text{ pont}$$

b) A vonatok egy irányban haladnak:



$$2 s_1 = v_2 t - v_1 t \Rightarrow v_2 = \frac{2s_1}{t} + v_1 = \frac{2 \cdot 45 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} + 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \underline{260 \text{ km/h.}} \quad 5 \text{ pont}$$

Magyarországon valószínűleg nincs ilyen sebességű vonat, de Európában számos országban létezik.

**2.**

**Adatok:**  $h_1 = 0,1 \text{ m}$ ,  $\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho_3 = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ,

a)  $\rho_2 = 1,2 \text{ g/cm}^3$ , b)  $\rho_2 = 1,6 \text{ g/cm}^3$ , Mi lesz az egyensúlyi helyzet?

Mivel a korongok keresztmetszete és tömege is azonos:

$$r^2 \pi \cdot h_i \cdot \rho_i = m = r^2 \cdot \pi \cdot h_1 \cdot \rho_1$$

Igy  $h_3 = h_1/0,8$ , és az a) esetben  $h_2 = h_1/1,2$ , míg a b) esetben  $h_2 = h_1/1,6$ .

Mivel  $\rho_1 = \rho_{\text{víz}}$  - ha egyedül lenne legfelső korong a rúdon, akkor lebegne a vízben. A 3-as korong egyedül úszna a vízen.

Nézzük meg, hogy ha a középső test sűrűségét tetszés szerint változtathatnánk, akkor milyen  $\rho$  esetében lebegne a három korong együttese.

$$3mg = \frac{m}{\rho_1} \rho_{\text{víz}} g + \frac{m}{\rho} \rho_{\text{víz}} g + \frac{m}{\rho_3} \rho_{\text{víz}} g, \text{ innen} \quad \rho = \frac{\rho_{\text{víz}} \rho_3}{2\rho_3 - \rho_{\text{víz}}} = \frac{4}{3}.$$

a) esetben  $\rho_2 < \frac{4}{3}$ . Ebből következik, hogy úszni fog a három

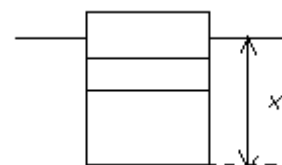
korong együttese.

Határozzuk meg, hogy milyen mélyen süllyed be a három korong:

$$3mg = r^2 \pi x \rho_{\text{víz}} g = \frac{m}{h} x g, \text{ innen: } x = 3h. \text{ A korongok teljes magassága:}$$

$$h + \frac{h}{1,2} + \frac{h}{0,8} = 3,08 \cdot h. \text{ Vagyis a magasságuk } 98,3 \% \text{-ig elmerülnek}$$

a vízbe.



Indoklás nélkül 2 pont.

10 pont

b) esetben  $\rho_2 > \frac{4}{3}$ , ezért más lesz az egyensúlyi helyzet.

Mivel  $2mg \left( r^2 \pi \frac{h}{1,6} + r^2 \pi \frac{h}{0,8} \right) \rho_{\text{víz}} g = 1,875m$ , az alsó két korong lesüllyed az edény aljára.

A legfelső korong lebegni fog a vízben, természetesen esetleg le is süllyedhet egészen a másik két korong tetejéig. Indoklás nélkül 2 pont.

10 pont

## 3.

Adatok:  $F = 90 \text{ kN}$ ,  $a_f = 0$ ,  $\alpha = 60^\circ$  $m = ?$   $a_v = ?$ 

A repülőre ható  $F$  erőt az ábra szerint felbontjuk vízszintes és függőleges komponensekre.

5 pont

Ezen kívül a repülőre még hat a súlyerő, melynek hatásvonalja függőleges, és lefele mutat.

Írjuk fel a mozgásegyenlet vízszintes és függőleges komponensegyenleteit:

$$F \cdot \cos 60^\circ = m \cdot a_v,$$

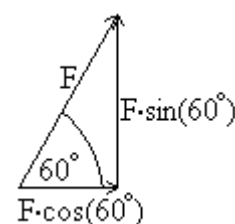
$$F \cdot \sin 60^\circ - m \cdot g = m \cdot a_f = 0.$$

Innen:  $m = 7,794 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ,  
 $a_v = 5,66 \text{ m/s}^2$ .

9 pont

3 pont

3 pont



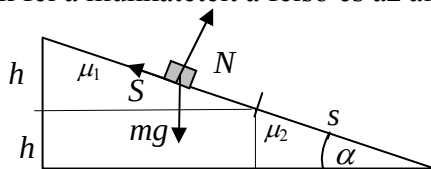
## 4.

Adatok:  $\mu_1 = 0,3$ ,  $\mu_2 = 0,4$ ,  $v(0) = 0$ ,  $v(s) = v$ ,  $v(2s) = 0$ . $\alpha = ?$ 

$h = s \cdot \sin \alpha$ ,  $S_1 = \mu_1 N$ ,  $S_2 = \mu_2 N$ ,  $N = mg \cos \alpha$ .

5 pont

Írjuk fel a munkatételt a felső és az alsó szakaszra:



$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + S_1 \cdot s,$$

$$mgh + \frac{1}{2} mv^2 = S_2 \cdot s.$$

10 pont

A két egyenletet adjuk össze, és írjuk be  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  és  $N$  kifejezését:

$$2mg \sin \alpha = (\mu_1 + \mu_2) mg \cos \alpha,$$

$$\text{innen } \tan \alpha = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = 0,35, \text{ azaz } \alpha = 19,29^\circ$$

5 pont

## 5.

 $\alpha = 30^\circ$ , ha a gyorsulás  $g$ , $\alpha' = 35^\circ$ , ha a gyorsulás  $g' = g + a$ . $a = ?$ 

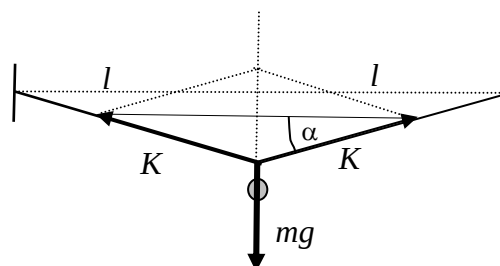
A lógó test egyensúlyban van, tehát

$$mg = 2K \sin \alpha,$$

$$mg' = 2K' \sin \alpha',$$

10 pont

ahol  $K$ , illetve  $K'$  a gumiszálban ébredő erő. A



gumiszál rugalmas, tehát a benne ébredő  $K$  erő arányos a  $\Delta l$  megnyúlással:  $K = D \Delta l$ , és a vesszős esetre hasonlóan.

$$A \text{ gumiszál megnyúlása } \Delta l = \frac{l}{\cos \alpha} - l = l \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right).$$

5 pont

A két egyenletet elosztva egymással és behelyettesítve  $\Delta l$ -t, kapjuk

$$\frac{g'}{g} = \frac{\Delta l' \cdot \sin \alpha'}{\Delta l \cdot \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha' \cdot \frac{1}{\cos \alpha'} - 1}{\sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - 1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha' - \sin \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha} = \underline{1,35}.$$

$$\text{Tehát a lift gyorsulása } a = g' - g = 0,35g = 3,43 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

5 pont

A lift ekkora gyorsulással indul pl. fölfelé, vagy ekkora lassulással halad lefelé.

6.

**Adatok:**  $A = 452 \text{ km}^2 = 4,52 \cdot 10^8 \text{ m}^2$ ,  $d = 0,08 \text{ m}$ ,  $\eta = 0,9$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $S = 1 \text{ kW/m}^2$ ,  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $L_0 = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$   
 $t = ?$ ,  $Q = ?$

A teljes olvadáshoz szükséges hő:

$$Q = L_0 m_{\text{jég}} = L_0 \rho A \cdot d = \underline{1,09 \cdot 10^{16} \text{ J}}, \text{ míg } V_{\text{jég}} = 3,616 \cdot 10^7 \text{ m}^3, m_{\text{jég}} = 3,25 \cdot 10^{10} \text{ kg}.$$

10 pont

A jégfelületre érkező sugárzási energia meghatározható az ábra segítségével:

Az  $A'$  keresztmetszeten belépő sugárzás 10 %-a lesz az, amely a jeget megolvasztja.

2 pont

$$A' = A \cdot \cos 60^\circ = A/2$$

2 pont

$$Q = Q_{\text{hasznos}} = (1 - \eta) \cdot S \cdot A' \cdot t,$$

4 pont

$$\text{Innen: } t = \frac{Q}{(1 - \eta) S \frac{A}{2}} = \underline{482300 \text{ s} = 134 \text{ h}}.$$

2 pont

Megjegyzés: Ha átlagosan napi 8 órás napsütéses órával számolunk, akkor ez kb. 17 nap. (A becslésnél nem vettük figyelembe, hogy Nap sugárzásának iránya is változik a 8 óra alatt.)

7.

**Adatok:**  $V = 1 \text{ m}^3$ ,  $T_I = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}$ ,  $n_{\text{CO}} = 0,2 \text{ mol}$ ,  $n_{\text{lev}} = 5 \text{ mol}$ ,  $L = 280 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ .

Keressük a  $p_1$  kezdeti nyomást, továbbá a  $p_2$  végső nyomást a) esetben a fal hőszigetelő, b) esetben a fal hővezető!

$$\text{a) Kezdetben volt: } n_1 = 5 \text{ mol} + 0,2 \text{ mol} = \underline{5,2 \text{ mol}}$$

A kezdeti nyomás:

$$p_1 = n_1 R T_I = \underline{1,27 \cdot 10^4 \text{ Pa}}.$$

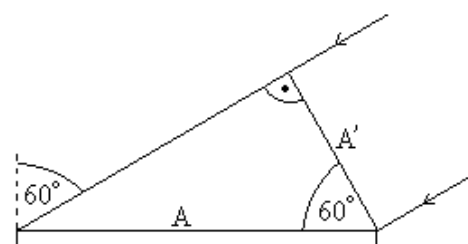
5 pont

A reakció miatt megváltozhat az anyagmennyiség. Ezt kell először megvizsgálnunk:

$2 \text{ CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2$  a reakciót leíró egyenlet, így 0,2 mol CO és 0,1 mol  $\text{O}_2$ -ből 0,2 mol  $\text{CO}_2$  lesz.

$$\text{Végül lett: } n_2 = (5 - 0,1) \text{ mol} + 0,2 \text{ mol} = \underline{5,1 \text{ mol}}.$$

2 pont



A rendszerben előforduló gázmolekulák mindannyian  $f=5$  szabadsági fokúak, ha merev súlyzómodell alkalmazunk. A szénmonoxid és az oxigén, nitrogén kétatomosak, a háromatomos széndioxid pedig lineáris molekula. Az ideális gázmodellben ezt szokás tanítani, azonban a széndioxid mért fajhőjéből megállapítható, hogy ez a modell szobahőmérsékleten nem pontosan írja le ezt a gázt. A javításkor elfogadtuk a 6 szabadsági fokot is (mivel többatomos gáz). Továbbá örömmel vettük, hogy voltak, akik nem bízták erre az egyszerű modellre magukat, hanem a táblázatban szereplő fajhőt használták fel a számításaiknál.

A hőszigetelő fal miatt kívülről nem juthat hő az edénybe, és feltételezzük, hogy az edény fala merev is, így munkát sem végezhetünk a gázkeveréken.

Az energiamegmaradás elvét alkalmazva:

$$E_1 + Q_{reakció} = E_2, \quad \frac{f}{2} n_1 RT_1 + 0,2 \text{ mol} \cdot L = \frac{f}{2} n_2 RT_2. \quad \text{Innen: } T_2 = \underline{827 \text{ K}} = 554^\circ \text{C}. \quad 8 \text{ pont}$$

$$p_2 = n_2 RT_2 = \underline{3,51 \cdot 10^4 \text{ Pa}}. \quad 2 \text{ pont}$$

A feladat szövege a felszabaduló hőnek, ilyen értelmezését sugallta.

Aki a reakcióhő szokásos, „izotermikus” körülmények közötti mérését vette alapul, és úgy gondolkodott, hogy a végterméktől a kiindulási hőmérséklet eléréséig elvonható hő a keletkezett hő, ezt is elfogadtuk helyes megoldásnak.

b) A fal jó hővezető:

Ebben az esetben feltételezhetjük, hogy a végső hőmérséklet meg fog egyezni a kiindulással.

$$p_2 = n_2 RT_1 = \underline{1,24 \cdot 10^4 \text{ Pa}}. \quad 3 \text{ pont}$$

## 8.

$$U_1=4\text{V}; U_2=2\text{V}; R_1=1,4\Omega; R_2=1\Omega; R_3=1,5\Omega; C_1=3\mu\text{F}; C_2=6\mu\text{F}$$

A kapcsolási rajz egyszerűsíthető. Az  $1\Omega$  és a  $1,5\Omega$  ellenállások párhuzamosan vannak kötve, így az eredőjükkel helyettesíthetők.

1 pont

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1,5\Omega} = \frac{5}{3\Omega} \longrightarrow R = 0,6\Omega$$

2 pont

A kondenzátorokon nem folyik áram. A kapcsolatban a kondenzátorok ága lényegében szakadásnak tekinthető. Ekkor  $R_1$  és  $R$  ellenállások egymással sorba vannak kötve. A telep feszültsége az ellenállásokkal egyenes arányban oszlik meg.

1 pont

Az  $R$  ellenállásra eső feszültség:

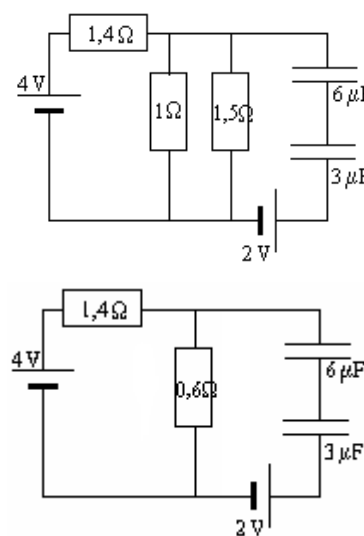
$$U_R = \frac{R}{R + R_1} \cdot U_1 = \frac{0,6}{0,6 + 1,4} \cdot 4\text{V} = 1,2\text{V} \quad 2 \text{ pont}$$

A kondenzátorokra eső feszültség:  $U = U_2 - U_R = 2\text{V} - 1,2\text{V} = 0,8\text{V}$

(Megjegyzés: Kirchhoff-törvényekkel is megkapható ugyanez az eredmény.)

A kondenzátorok eredő kapacitása:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} \mu\text{F} = 2\mu\text{F} \quad 2 \text{ pont}$$



A kondenzátorok fegyverzetein felhalmozódó töltés:

$$Q = CU = 2 \cdot 10^{-6} F \cdot 0,8V = 1,6 \cdot 10^{-6} C$$

4 pont

A kérdéses energia:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-6} C)^2}{3 \cdot 10^{-6} F} = 0,4266 \cdot 10^{-6} J.$$

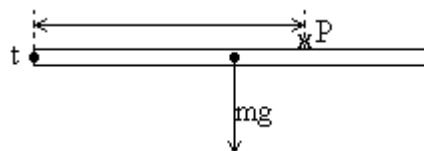
4 pont

(Megjegyzés: A kondenzátorokra eső feszültségből több úton lehet számolni a kérdéses energiát. Kihasználhatjuk, hogy a kondenzátorokra eső feszültség a kapacitásokkal fordított arányban oszlik meg, vagy az összenergia kiszámolása után kihasználhatjuk, hogy az energia is a kapacitással fordított arányban oszlik meg.

## 9.

Legyen a pénzérme tömege  $m_0$ , a rúd  $m$  ( $m \gg m_0$ ), a rúd hossza  $l = 1$  m. A rúdnak a forgástengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatéka  $\theta = \frac{1}{3} ml^2$ . Továbbá:  $\alpha = 10^\circ$ .

a) Először határozzuk meg azt, hogy az elengedés pillanatában melyik érmék válnak el a rúdtól! A rúd forgómozgást végez, melyet a pénzérmék gyakorlatilag nem befolyásolnak. Határozzuk meg a tengelytől mért  $x$  távolság függvényében a  $P$  pont (a rúd pontja)  $a(x)$  gyorsulását. Ahol az elengedés pillanatában már  $a(x) > g$ , attól az  $x$ -től nagyobb távolságra lévő pénzérmék elválnak a rúdtól a kezdeti pillanatban és szabadon esnek. A pénzérmék nem mozdulhatnak  $g$ -nél nagyobb gyorsulással lefelé, hiszen nincsenek a rúdhoz rögzítve. A rúd elfordulásával csökken a súlyerő forgatónyomatéka, ezzel csökken a szöggyorsulás is. Ezért később újabb érmék már nem válhatnak el ilyen okból a rúdtól.



Felírjuk a forgómozgás egyenletét:

$$M = \Theta \cdot \beta \text{ és } M = m \cdot g \cdot \frac{l}{2}. \text{ Innen: } \beta = \frac{3g}{2l}.$$

Számítsuk ki azt az  $x_0$  távolságot, ahol  $a(x_0) = g$ :

$$a(x_0) = \beta \cdot x_0. \text{ Innen: } x_0 = \frac{2}{3} l. \text{ Azaz a tengelytől } 66 \text{ cm-nél távolabb lévő pénzérmék elválnak a}$$

rúdtól, a rúd pedig a többi érmével együtt  $\beta$  szöggyorsulással forogni kezd.

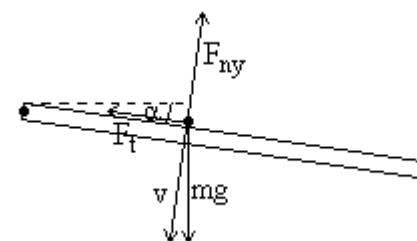
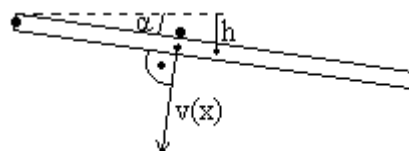
10 pont

b) Amikor a rúd a kezdeti helyzethez képest elfordul  $\alpha$  szöggel, akkor a pénzérmék egy része meg is csúszhat. Kérdés, hogy milyen  $x_1$ -nél lesz a megcsúszás határa a fenti szögnél! Az energia megmaradás tételének felhasználásával meghatározhatjuk  $v(x)$ -et.

$$\frac{1}{2} \Theta \omega^2 = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot \frac{l}{2} \sin \alpha, \text{ és } v(x) = \omega \cdot x = x \sqrt{\frac{3g \sin \alpha}{l}}.$$

Vizsgáljuk meg, hogy milyen erők hatnak az  $x$  távolságban lévő pénzérmére. Tételezzük fel, hogy az a rúddal együtt mozogva végez körmozgást. Írjuk fel a mozgásegyenlet rúdra merőleges, és a rúddal párhuzamos komponensegyenletét:

$$-F_{ny} + m_0 g \cos \alpha = \beta_2 x m_0, \text{ mivel } a_t = \beta_2 x$$



$$F_t - m_0 g \sin \alpha = m_0 \frac{v^2}{x}.$$

A rúdra vonatkozó mozgásegyenletből meghatározható a pillanatnyi szöggyorsulás:

$$\beta_2 \Theta = mg \frac{l}{2} \cos \alpha.$$

A két egyenletből kifejezve a nyomóerőt és a tapadási erőt, alkalmazhatjuk az  $F_t \leq \mu_0 F_{ny}$  feltételt.

$$F_t = m_0 g \sin \alpha \left( \frac{3x}{l} + 1 \right), \quad F_{ny} = m_0 g \cos \alpha \left( 1 - \frac{3x}{2l} \right). \quad \text{Innen:}$$

$$x \leq \frac{\mu_0 \cos \alpha - \sin \alpha}{\frac{3}{l} \left( \sin \alpha + \frac{\mu_0 \cos \alpha}{2} \right)} = \underline{\underline{25,3 \text{ cm}}}.$$

Amikor a rúd ebben a helyzetben van, akkor mindössze három pénzérme lesz a rúdhoz képest eredeti helyén: a tengelypontban, a 10 és 20 cm-es osztásonál lévő. 10 pont

### 10.

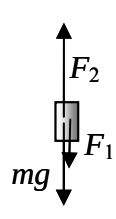
Adatok:  $l = 1,3 \text{ m}$ ,  $m_1 = 30 \text{ g} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ ,  $m_2 = 60 \text{ g} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ ,  $m = 10 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}$ ,

$$Q = 10 \mu\text{C} = 10^{-5} \text{ C}, \quad d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}, \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}.$$

$q = ?$ ,  $K_1 = ?$ ,  $K_2 = ?$

a) A  $q$  töltés meghatározásához a gyűrűre ható erők egyensúlyát kell fölírni:

Legyen először a rögzített testek töltése azonos előjelű, mondjuk pozitív.



$$F_1 = k \frac{qQ}{(l-d)^2}, \quad F_2 = k \frac{qQ}{d^2},$$

$$F_1 + mg = F_2,$$

$$k \frac{qQ}{(l-d)^2} + mg = k \frac{qQ}{d^2} \Rightarrow q = \frac{mg}{kQ} \left( \frac{1}{d^2} - \frac{1}{(l-d)^2} \right)^{-1}$$

Mivel  $(l-d)^2 \gg d^2$  a számadatok szerint, az eredmény jó közelítéssel:

$$q \approx \frac{mg}{kQ} d^2 = \frac{10^{-2} \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10^{-2} \text{ m}^2}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 10^{-5} \text{ C}} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-7} \text{ C} = \underline{\underline{1,1 \cdot 10^{-8} \text{ C}}}. \quad \text{5 pont}$$

Megjegyzés: ha nem használunk közelítést, és  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ -tel számolunk, az eredmény  $1,09 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ .

Ha a rögzített testek negatív töltéssel rendelkeznek, az egyensúly feltétele:  $F_2 + mg = F_1$

Mivel azonban  $F_2 \gg F_1$ , a gyűrű nem lehet egyensúlyi helyzetben. 2 pont

A rögzített testek töltése ellentétes előjelű is lehet. Figyelembe véve a Coulomb-erők nagyságrendjét, csak az lehetséges, hogy az alsó test töltése pozitív, a felsőé negatív.

$$mg = F_1 + F_2 \approx F_2. \quad \text{Ebből ugyancsak } q = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ C adódik.} \quad \text{3 pont}$$

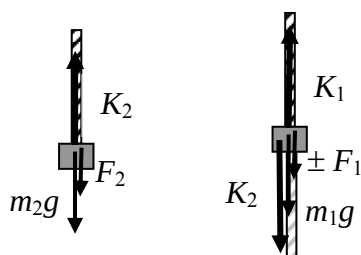
b) A kötélen ébredő erők számításához előbb határozzuk meg a többi erő nagyságát:

$$mg = 0,1 \text{ N}, \quad m_1 g = 0,3 \text{ N}, \quad m_2 g = 0,6 \text{ N},$$

$$F_1 = \frac{kqQ}{(l-d)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 1,1 \cdot 10^{-8} \text{C} \cdot 10^{-5} \text{C}}{1,2^2 \text{m}^2} = 6,9 \cdot 10^{-4} \text{N}, \text{ elhanyagolható. } F_2 = k \frac{qQ}{d^2} \approx mg = 0,1 \text{N}.$$

Van még egy Coulomb erő a rögzített töltések között is, ez azonban sokkal kisebb a többi erőnél:

$$F_1 = \frac{kq^2}{l^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 1,1^2 \cdot 10^{-16} \text{C}^2}{1,3^2 \text{m}^2} = 6,45 \cdot 10^{-7} \text{N}, \text{ elhanyagolható.}$$



Az alsó test egyensúlyának feltétele:

$$K_2 = m_2g + F_2 = 0,6 \text{ N} + 0,1 \text{ N} = \underline{0,7 \text{ N}}.$$

5 pont

A felső test egyensúlyának feltétele:

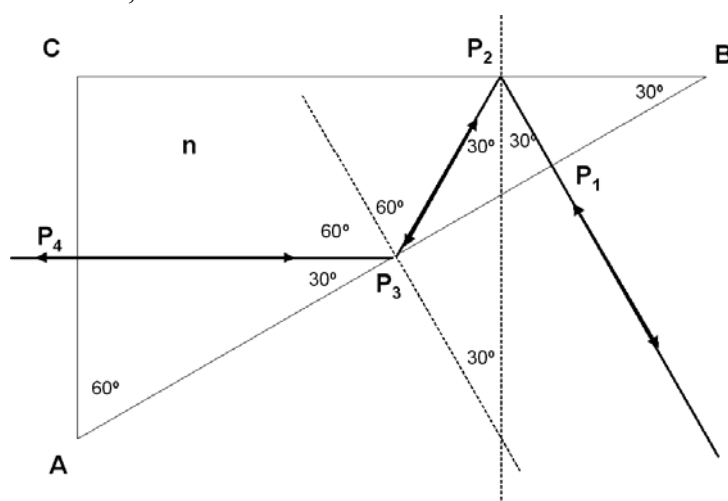
$$K_1 = m_1g \pm F_1 + K_2 \approx m_1g + K_2$$

$$K_1 = 0,3 \text{ N} + 0,7 \text{ N} = \underline{1 \text{ N}}.$$

5 pont

11. feladat

Adat:  $n=2,1$



Számoljuk ki az üvegből való kilépéskor a teljes visszaverődés határszöge:

$$\sin \alpha_h = \frac{1}{n} = 0,4762 \quad \alpha_h = 28,44^\circ \quad (5 \text{ pont})$$

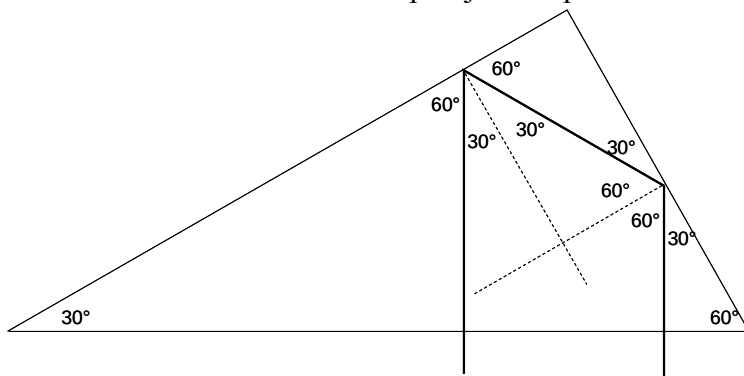
1. eset: Az AB szakasz felezőpontja és a B pont között érkezik a fénynyaláb.

A fény a  $P_1$  pontban részben visszaverődik, részben irányváltozás nélkül továbbhalad (merőleges beesés).  $P_2$  pontban a beesési szög  $30^\circ$  (ld. ábra) nagyobb, mint a határszög, így teljesen visszaverődik. A  $P_3$  pontban a beesési szög  $60^\circ$  (ld. ábra) így itt is teljesen visszaverődik. A  $P_4$  pontba a fény merőlegesen esik (ld. ábra), így részben irányváltozás nélkül kilép, részben önmagába visszaverődik. (8 pont)

Ezután a fény a  $P_4$ - $P_3$ - $P_2$ - $P_1$  utat járja be, a  $P_3$  és  $P_2$  pontban újra teljesen visszaverődve, majd a  $P_1$  pontban részben kilép, részben teljesen visszaverődik, és ezután az első bekezdésben leírt úton halad  $P_4$ -ig, majd újra vissza  $P_1$ -ig, amíg a teljes energia nem lép ki  $P_1$  és  $P_4$  pontokon. (3 pont)

Ebben az esetben a fény egy része a rövidebb befogón egy része az átfogón lép ki.

2. eset: Az AB szakasz felezőpontja és A pont között érkezik a fénynyaláb



Ebben az esetben a fénysugár mindkét befogón teljesen visszaverődik, az átfogón részlegesen önmagába visszaverődik ill. továbbhaladva kilép a prizmából. (Ugyanazzal a gondolatmenettel indokolható, mint az 1. esetben.) (4 pont)

(Ha valaki csak ezt az esetet találta meg akkor 8 pont)

Ebben az esetben csak az átfogón léphet ki. Tehát a fény az átfogón és a kisebb befogón lép ki a prizmából.



EREDMÉNYEK

Gimnázium 9. évfolyam

| Helye-zés   | Név                | Iskolája:                                 | Tanára:           |
|-------------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| <b>I.</b>   | Farkas Ádám László | Földes Ferenc Gimnázium,<br>Miskolc       | Zámborszky Ferenc |
| <b>II.</b>  | Dudás János        | Bethlen G. Ref. Gimn.<br>Hódmezővásárhely | Nagy Tibor        |
| <b>III.</b> | Nyiri Dávid        | Dóczy Gimnázium, Debrecen                 | Tófalusi Péter    |
| <b>III.</b> | Tanács Ferenc      | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Mike János        |
| <b>IV.</b>  | Lele István        | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged  | Csiszár Imre      |
| <b>V.</b>   | Nagy Péter         | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged  | Csiszár Imre      |
| <b>V.</b>   | Szabó Tamás        | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét      | Borsos Ferenc     |
| <b>VI.</b>  | Somogyi Bálint     | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét      | Bakk János        |

Gimnázium 10. évfolyam:

| Helye-zés   | Név             | Iskolája:                                | Tanára:                                  |
|-------------|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>I.</b>   | Széchenyi Gábor | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                             |
| <b>I.</b>   | Jankó Zsuzsanna | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                           |
| <b>II.</b>  | Incze Attila    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                           |
| <b>III.</b> | Magda Gábor     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                           |
| <b>III.</b> | Nagy Péter      | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                             |
| <b>IV.</b>  | Kocsis Vilmos   | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                              |
| <b>IV.</b>  | Ökrös Tamás     | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                             |
| <b>IV.</b>  | Ráksi Ferenc    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dudás Zoltánné                           |
| <b>V.</b>   | Nagy Zoltán     | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok      | Balogh Béla                              |
| <b>V.</b>   | Fábián Gábor    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Schultz János                            |
| <b>V.</b>   | Farkas Mátyás   | Leőwey Klára Gimnázium, Pécs             | Dr. Hebligné Takács<br>Dóra, Simon Péter |
| <b>V.</b>   | Györgyei Tamás  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dudás Zoltánné                           |
| <b>V.</b>   | Rácz György     | III. Béla Gimnázium, Baja                | Karagity István, Dr.                     |

|            |                  |                                       |                   |
|------------|------------------|---------------------------------------|-------------------|
|            |                  |                                       | Szkladányi András |
| <b>VI.</b> | Szilágyi Csaba   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged   | Dr. Mező Tamás    |
| <b>VI.</b> | Kormányos Balázs | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged   | Dr. Mező Tamás    |
| <b>VI.</b> | Ozsvárt László   | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok | Pécsi István      |
| <b>VI.</b> | Szabó Tamás      | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged   | Dr. Mező Tamás    |

## Gimnázium 11. évfolyam:

| Helye-<br>zése | Név             | Iskolája:                                 | Tanára:                          |
|----------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>I.</b>      | Handbauer Péter | Leőwey Klára Gimnázium, Pécs              | Simon Péter                      |
| <b>II.</b>     | Bazsó Gábor     | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok     | Szécsiné Festő-Hegedűs<br>Margit |
| <b>III.</b>    | Lantos Judit    | Bethlen G. Ref. Gimn.<br>Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                       |
| <b>IV.</b>     | Pálinkás Csaba  | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok     | Pécsi István                     |
| <b>IV.</b>     | Sikó Lóránt     | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét      | Borsos Ferenc                    |
| <b>V.</b>      | Lencsés Gyula   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>VI.</b>     | Filus Tamás     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>VI.</b>     | Darázs Zoltán   | Eötvös József Gimnázium, Heves            | Kis Angelika, Tófalusi<br>Péter  |

## Gimnázium 12. évfolyam:

| Helye-<br>zés: | Név                 | Iskolája:                                | Tanára:                        |
|----------------|---------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>I.</b>      | Borda Bence         | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét     | Borsos Ferenc, Varga<br>József |
| <b>II.</b>     | Mazroa Dániel       | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Győri István                   |
| <b>III.</b>    | Pósfai Márton       | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Győri István                   |
| <b>IV.</b>     | Burmeister Dániel   | Földes Ferenc<br>Gimnázium, Miskolc      | Dr. Zsúdel László              |
| <b>V.</b>      | Farkas Péter        | Leőwey Klára<br>Gimnázium, Pécs          | Simon Péter                    |
| <b>VI.</b>     | Jójárt István Péter | Radnóti Miklós<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás                 |
| <b>VI.</b>     | Franczen Árpád      | Verseggy Ferenc<br>Gimnázium, Szolnok    | Veres Dénes                    |

| Helyezés:   | Név:           | Iskolája:                                | Tanára:      |
|-------------|----------------|------------------------------------------|--------------|
| <b>III.</b> | Miklós Attila  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Tóth Péterné |
| <b>III.</b> | Zombori Attila | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Tóth Péterné |

Szakközépiskola 10. évfolyam:

| Helyezés:   | Név:                 | Iskolája:                                   | Tanára:       |
|-------------|----------------------|---------------------------------------------|---------------|
| <b>I.</b>   | Dajka Attila Norbert | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét     | Horváth Lajos |
| <b>II.</b>  | Aletyán Péter        | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét     | Horváth Lajos |
| <b>III.</b> | Baranyai Zsolt       | Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola, Szeged | Maróti Éva    |

Szakközépiskola 11. évfolyam:

| Helyezés:   | Név:           | Iskolája:                                             | Tanára:                             |
|-------------|----------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>I.</b>   | Vancsik János  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged              | Horváth László, Vargáné Szőke Márta |
| <b>III.</b> | Fajfrik Zoltán | Kossuth Zs. Műszaki Szakközépiskola, Hódmezővásárhely | Lébenguthné Szentandrási Eszter     |

Szakközépiskola 12. évfolyam:

| Helyezés:   | Név:          | Iskolája:                               | Tanára:            |
|-------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------|
| <b>I.</b>   | Kovács Sándor | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét | Kéri Katalin       |
| <b>II.</b>  | Simon Tamás   | Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét | Simala Irén        |
| <b>III.</b> | Bíró Bálint   | Energetikai Szakközépiskola, Paks       | Árokszállási Tibor |

Iskolák:

**32 iskola**

Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét  
Batsányi János Gimnázium, Csongrád  
Belvárosi Általános Iskola és Gimnázium, Békéscsaba  
Bethlen G. Református Gimnázium, Hódmezővásárhely  
Deák Ferenc Gimnázium, Szeged  
Déri Miksa Ipari Szakközépiskola  
Dóczy Gedeon Református Gimnázium, Debrecen  
Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged  
Energetikai Szakközépiskola és Kollégium, Paks  
Eötvös József Középiskola, Heves  
Erkel Ferenc Gimnázium, Gyula  
Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc  
Gábor Dénes Gimnázium, Szakközépiskola  
Gépészeti és Számítástechnikai Szakközépiskola, Békéscsaba  
Horváth Mihály Gimnázium, Szentes  
III. Béla Gimnázium, Baja  
József Attila Gimnázium, Makó  
Kandó Kálmán Szakközépiskola, Kecskemét  
Kecskeméti Református Kollégium Gimnáziuma  
Kossuth Zsuzsanna Gimnázium, Egészségügyi SzKI, Szeged  
Kossuth Zsuzsanna Műszaki SzKI, Hódmezővásárhely  
Leőwey Klára Gimnázium, Pécs  
Nyíregyházi Evangélikus Kossuth Lajos Gimnázium  
Petőfi Sándor Gimnázium, Kiskőrös  
Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged  
Rózsa Ferenc Gimnázium, Békéscsaba  
Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, Szeged  
Szent László ÁMK, Baja  
Táncsics Ferenc Gimnázium, Orosháza  
Varga Katalin Gimnázium, Szolnok  
Vásárhelyi P. Műszaki SzKI, Békéscsaba  
Versey Ferenc Gimnázium, Szolnok

**BUDÓ ÁGOSTON FIZIKAI FELADATMEGOLDÓ VERSENY**

2004/2005.

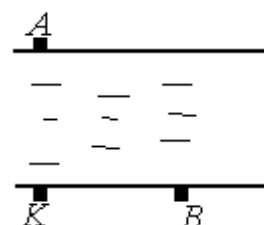
Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható (mobiltelefon, Internet nem). A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

**A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb négy megoldás számít.**

*Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és az SZTE Fizikus Tanszékcsoport!*

| A gimnazisták feladatai: |              | A szakközépiskolások feladatai: |                     |
|--------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------|
| 9. osztály               | 1, 2, 3, 4   | 9-10. osztály                   | 1, 2, 3, 5, 8, 10   |
| 10. osztály              | 2, 4, 5, 6,  | 11-12. osztály                  | 2, 5, 8, 10, 11, 12 |
| 11. osztály              | 6, 7, 8, 9   |                                 |                     |
| 12. osztály              | 6, 7, 11, 12 |                                 |                     |

1. A *K* kikötőből hajó közlekedik a tőle egyenlő távolságra lévő *A* és *B* városokba. Vajon mennyivel előbb fordul meg a hajó az egyik városból, mint a másiktól, ha mindkettőben ugyanannyi ideig várakozik? A folyó sebessége 3 m/s, a hajó pedig állóvízben 1 km-t 3,7 perc alatt tud megtenni. A folyó 2 km széles, a hajó *AK* ill. *KB* egyenes vonalak mentén mozog.



2. Amikor egy kisteherautó az első kerekeivel rááll a mérleg lapjára az 1134 kg-ot mutat, amikor a hátsó kerekeivel áll a mérlegen, az 680 kg-ot mutat. Az első, és a hátsó kerekek tengelyeinek távolsága 3 m. Mekkora az autó súlya és hol van a tömegközéppontja? Miután megpakolták az autót, az első kerekeknél történő mérésnél 1588 kg-ot, a hátsóknál 2040 kg-ot olvasunk le. Mekkora a rakomány súlya? Hol van a rakomány tömegközéppontja?

3. Egy 30 g-os, kelet felé 300 m/s sebességgel vízszintesen röplő golyó eltalál egy 10 m magasan faágon ülő, 2 kg tömegű madarat. A golyó befűrődik a madár testébe. Hol fogja a vadászkutya megtalálni a madarat?

4. Egy hengeres lábos alján kevés víz van. A lábosba egyforma hengeres konzerveket állítunk. Az első 80 Pa, a második 100 Pa nyomásnövekedést okoz a lábos oldalán, a vízszint alatt lévő kis felületdarabon. Be tudunk-e rakni egy harmadik konzervet is? Ha igen, ez mekkora nyomásváltozást okoz? (A víz a konzerveket nem lepi el teljesen.)

5. Egy vörösréz rúd hossza 20°C-on pontosan 1 m. Egy munkás meggörbíti a rudat csaknem pontosan kör alakra, de a két vége között marad egy 1,2 mm-es rés. Mennyivel kell a meghajlított rudat felmelegíteni, hogy annak hossza pontosan 1,2 mm-rel növekedjék? A felmelegítés után mekkora lesz a rés?

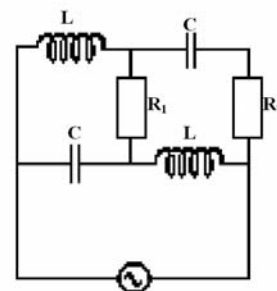
6. Merev falú, hőszigetelt tartály 0,5 kg gázkeveréket tartalmaz. A gázon egy, a tartályban lévő lapátkerék forgatásával 10 000 Nm munkát végeztek, és a rendszer belsejében lévő ellenállás segítségével 15 000 J elektromos energiát is vezettek bele. Eközben a gáz hőmérséklete 47,0 °C-kal nőtt. Majd feltöltötték az üres tartályt 0,5 kg tiszta nitrogén gázzal is, és megismételték pontosan a fenti módon a gáz melegítését, ekkor a gáz hőmérséklete 50,2 °C-kal nőtt. Mekkora a gázkeverék fajhője állandó térfogaton?

7. Egy nyújthatatlan kötélt át van vetve a szoba mennyezetéhez rögzített, súrlódásmentesen forgó csigán. Az egyik kötélvéghez kötött 2 kg-os tömeg a szoba padlóján fekszik, a kötélt másik végéhez rögzített 3 kg-os testet a padlótól 2 m-re tarjuk úgy, hogy a kötélt éppen meg van feszülve. Az utóbbi testet elengedve, az leesik és felhúzza a másikat. Írja le a 2 kg-os test mozgását addig a pillanatig, amíg a kötélt újra feszes lesz! Ábrázolja a sebességet és a magasságot az idő függvényében!

8. Vékony falú, 91 cm élhosszúságú, kocka alakú fém dobozban egy 34 kg-os  $0^\circ\text{C}$ -os jégkocka van. A szoba a hőmérséklete  $26^\circ\text{C}$ . Milyen vastag parafa lemezzel burkoljuk be kívülről a dobozt, hogy két napnál hosszabb ideig maradjon jég? Egységnyi felületű, egységnyi vastagságú parafa lemezen egységnyi idő alatt átáramló hő arányos a két oldalon lévő levegő hőmérséklet különbségével, az arányossági tényező  $0,042 \frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

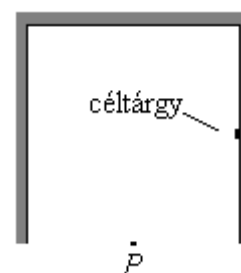
9. Egy  $-3 \mu\text{C}$  töltésű pontszerű részecske rögzítve van.  $0,0450 \text{ m}$  távolságból,  $7,2 \text{ g}$  tömegű, pontszerű,  $-8 \mu\text{C}$  töltésű részecskét kilövünk  $65 \text{ m/s}$  sebességgel a nyugvó részecske irányába. Mekkora utat tesz meg a részecske, mielőtt a sebessége zérusra csökkenne?

10. Tekintsük az ábra szerinti kapcsolást. Annyit tudunk, hogy a generátor árama 4-szer nagyobb alacsony frekvencián, mint nagyon magas frekvencián. Mekkora az  $R_2/R_1$  arány?



11. Protonok és deuteronok (deutérium ionok) egy vákuumkamrába lépnek, ahol homogén mágneses tér van. Minden részecskét ugyanazzal a potenciál különbséggel gyorsítottak, így azok mozgási energiája azonos. Ha az ion-sugár a mágneses indukcióra merőlegesen lép a kamrába, akkor a protonok körpályájának sugara  $15 \text{ cm}$ . Mekkora a deuteronok pályájának sugara?

12. Az ábra egy négyzet alakú szobát mutat, melynek egy fala hiányzik, a többi három tükörrel van borítva. A  $P$  pontból, amelyik a nyitott oldal közepén van, lézersugárral próbáljuk eltalálni a másik fal közepén levő kicsiny átlátszatlan céltárgyat. Rajzolja le azokat a sugármeneteket, amelyek a lézertől úgy jutnak a céltárgyhoz, hogy közben egy tükrön legfeljebb egyszer verődnek vissza!

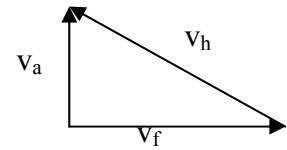


Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldóverseny  
2005  
MEGOLDÁSOK

**1. feladat**

Adatok:  $d=2 \text{ km}=2000 \text{ m}$       $v_f = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$v_h = \frac{1 \text{ km}}{3,7 \text{ min}} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2 \text{ pont})$$



(ábra 3 pont)

Az AK úton a hajó sebessége merőleges a partra, ez az ábrán látható módon lehetséges.

Innen Pitagorasz tétellel:  $v_a = \sqrt{v_h^2 - v_f^2} = 3,35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2 \text{ pont})$

Visszafelé a hajó ugyanakkora sebességgel mozog. (1 pont)

Így az oda-vissza úthoz szükséges idő:  $t_a = \frac{2d}{v_a} = 1193 \text{ s} \quad (2 \text{ pont})$

A KB úton a hajó sebessége  $v_1 = v_h + v_f = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (3 \text{ pont})$

A BK úton a hajó sebessége  $v_2 = v_h - v_f = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (3 \text{ pont})$

Így az oda vissza út megtételéhez szükséges idő:  $t_b = \frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2} = 1600 \text{ s} \quad (2 \text{ pont})$

A hajó A városból fordul meg hamarabb.  $\Delta t = t_b - t_a = 407 \text{ s}$ -mal rövidebb idő alatt. (2 pont)

**2. feladat**

Adatok:  $m_1=1134 \text{ kg}$     $m_2=680 \text{ kg}$       $m_1'=1588 \text{ kg}$     $m_2'=2040 \text{ kg}$     $d=3 \text{ m}$

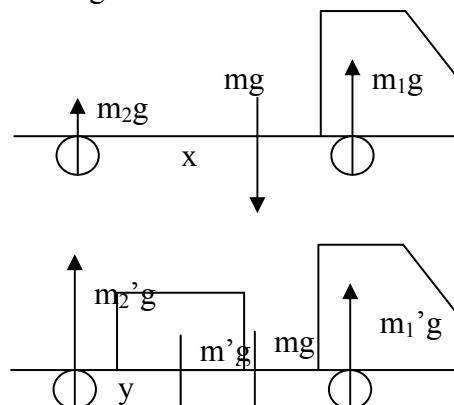
Amikor egy kisteherautó az első kerekeivel rááll a mérleg lapjára az  $m_1=1134 \text{ kg}$ -ot mutat. Ez azt jelenti, hogy az első kerek a talajra  $m_1g$  nyomóerőt fejtenek ki, tehát Newton III. törvényének értelmében a kerek ugyanakkora tartóerővel hatnak a kerekre. (Az erők iránya függőleges.) (1 pont)

Amíg nincsen rakomány:

A teherautóra ható erők eredője 0 (1 pont)

$$mg = m_1g + m_2g = 1814 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 17,8 \text{ kN} \quad (2 \text{ pont})$$

Tegyük fel, hogy a tömegközéppont a hátsó keréktől  $x$  távolságban van. Bármely pontra nézve a testre ható forgatónyomatékok eredője 0. (1 pont)



A hátsó kerékre felírva:

$$m_1 g \cdot d = mg \cdot x, \text{ ahonnan } x = \frac{m_1}{m} d = 1,875 \text{ m} \quad (5 \text{ pont})$$

Írjuk fel a teherautókra ugyanezeket az egyenleteket miután megpakolták: (1 pont)

$$mg + m'g = m_1 g + m_2 g \Rightarrow m' = 1814 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 17,8 \text{ kN}, \quad (3 \text{ pont})$$

$$m'_1 g \cdot d = mg \cdot x + m'g \cdot y \Rightarrow y = \frac{m'_1 \cdot d - m \cdot x}{m'} = 0,751 \text{ m} \quad (6 \text{ pont})$$

### 3. feladat

Adatok:  $h=10\text{m}$        $m=0,03\text{kg}$        $v_0 = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$        $M=2\text{kg}$

Amikor a golyó belefűrődik a madárba akkor egy rugalmatlan ütközés zajlik le. Az ütközés után a madár és a golyó kelet felé mozog vízszintes  $v$  sebességgel. (2 pont)

A lendületmegmaradás törvényét alkalmazva:  $mv_0 = (m + M)v$  (4 pont)

Melyből: 
$$v = \frac{m}{m + M} v_0 = 4,433 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (3 \text{ pont})$$

A továbbiakban egy  $v$  kezdősebességű vízszintes hajítással írhatjuk le a jelenséget, a hajítás távolságát kell kiszámítani. (2 pont)

Az esési idő: 
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,428 \text{ s} \quad (3 \text{ pont})$$

A hajítás távolsága:  $vt=6,330 \text{ m}$  (4 pont)

A vadászkutya a madarat a fától keletre 6,33 m távolságban találja meg. (2 pont)

### 4. feladat

Adatok:  $\Delta p_1=80\text{Pa}$      $\Delta p_2=100\text{Pa}$      $\rho=1000\text{kg/m}^3$

A lábos alapterülete:  $A_0$ , a konzervek alapterülete  $A=xA_0$

A lábosban kezdetben a víz magassága  $h_0$ , majd a konzervek betétele után rendre:  $h_1, h_2, h_3$ .

A lábosban lévő víz mennyisége nem változik, így:

$$A_0 h_0 = (A_0 - A)h_1 = (A_0 - 2A)h_2 = (A_0 - 3A)h_3 \quad (4 \text{ pont})$$

Átalakítva: 
$$h_0 = (1 - x)h_1 = (1 - 2x)h_2 = (1 - 3x)h_3$$

A hidrosztatikai nyomások:  $p_i = \rho \cdot h_i \cdot g$ ,  $i=0, 1, 2, 3$

A hidrosztatikai nyomásváltozások:

$$\begin{aligned} \Delta p_1 &= p_1 - p_0 = \rho \cdot h_1 \cdot g - \rho \cdot h_0 \cdot g \\ \Delta p_2 &= p_2 - p_1 = \rho \cdot h_2 \cdot g - \rho \cdot h_1 \cdot g \end{aligned} \quad (4 \text{ pont})$$

A fenti egyenletrendszer megoldva kapjuk:

$$x = \frac{1 - \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}}{2} = \frac{1}{10} \quad (3 \text{ pont})$$

és 
$$h_1 = \frac{\Delta p_1}{x \rho g} = 8,15 \text{ cm} \quad (2 \text{ pont})$$



Vízmagasságok:  $h_0 = (1-x)h_1 = 7,34 \text{ cm}$   $h_2 = \frac{1-x}{1-2x}h_1 = 9,17 \text{ cm}$   $h_3 = \frac{1-x}{1-3x}h_1 = 10,5 \text{ cm}$ .

Mivel az alapterületek arány 1:10, ezért az átmérők aránya  $1:\sqrt{10}=1:3,16$ . Tehát a lábos átmérője több mint 3-szorosa a konzervének, ami azt jelenti, hogy 3 konzerv akár egy átló mentén, egymás mellett is elfér. (4 pont)

Berakhatjuk a 3. konzervet is, ekkor a nyomásváltozás:

$$\Delta p_3 = p_3 - p_2 = \rho \cdot h_3 \cdot g - \rho \cdot h_2 \cdot g = \rho \cdot (h_3 - h_2) \cdot g = 257 \text{ Pa} \quad (3 \text{ pont})$$

### 5. feladat

Adatok:  $\alpha = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ ,  $l_0 = 1 \text{ m}$ ,  $d_0 = 1,2 \text{ mm}$

A meggondolásoknál feltételezzük, hogy a melegedés során csak a hőtágulás miatt változik meg a rúd mérete, bármely lineáris mérete  $\alpha$  hőtágulási együtthatónak megfelelő mértékben változik meg.

A rúd keresztirányú lineáris méreteit is elhanyagoljuk a hosszához képest.

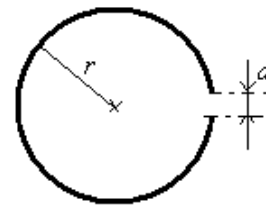
Először meghatározzuk a hőmérséklet-változást:

$$l_1 = l_0(1 + \alpha \Delta T) = l_0 + d_0, \text{ innen } \Delta T = \frac{d_0}{\alpha l_0} = \underline{\underline{74,1^{\circ} \text{C}}}. \quad 8 \text{ pont}$$

A kör kerülete a két hőmérsékleten:

$$k_0 = 2r_0\pi = d_0 + l_0$$

$$k_1 = 2r_1\pi = d_1 + l_1, \text{ ahol } r_1 = r_0(1 + \alpha \Delta T).$$



$$\text{Innen } d_1 = 2r_0(1 + \alpha \Delta T)\pi - l_0(1 + \alpha \Delta T) = (1 + \alpha \Delta T)(2r_0\pi - l_0) = d_0(1 + \alpha \Delta T) = \underline{\underline{1,201 \text{ mm}}}.$$

$$\text{A rés minimálisan tágult csak: } \Delta d = 1,44 \text{ } \mu\text{m}. \quad 12 \text{ pont}$$

### 6. feladat:

Adatok:  $m_i = m_{N_2} = 0,5 \text{ kg}$ ,  $W_m = 10000 \text{ Nm} = 10000 \text{ J}$ ,  $E_e = 15000 \text{ J}$ ,  $\Delta T_i = 47,0^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T_{N_2} = 50,2^{\circ}\text{C}$ ,  $c_{vN_2} = 741,1 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$

A tartály merev falú, ezért a gáz térfogata állandó.

A gázon végzett munka illetve a gázzal közölt energia a gáz belső energiájának növelésére és a tartály felmelegítésére fordítódik.

Az első főtétel:

$$\Delta E_b = -Q_{fal} + E_e + W_m$$

$$Q_{fal}, \text{ a tartály falának felmelegítésére fordított energia: } Q_{fal} = C_{fal} \cdot \Delta T$$

A belső energia-változás:

$$\Delta E_b = c_v \cdot m \cdot \Delta T$$

Így az első főtétel:

$$c_v \cdot m \cdot \Delta T = -C_{fal} \cdot \Delta T + E_e + W_m \quad 10 \text{ pont}$$

$$\text{Nitrogén esetén: } C_{fal} = \frac{E_e + W_m - c_{v,N_2} \cdot m_{N_2} \cdot \Delta T_{N_2}}{\Delta T_{N_2}}, \quad C_{fal} = 127,5 \text{ J/K} \quad 5 \text{ pont}$$

Ismeretlen gáz esetén, az előbb meghatározott hőkapacitással:

$$c_{vi} = \frac{E_e + W_m - C_{fal} \cdot \Delta T_i}{m_i \cdot \Delta T_i}, \quad \underline{\underline{c_{vi} = 808,8 \text{ J/kg}\cdot\text{K}}}. \quad 5 \text{ pont}$$

## 7. feladat

Adatok:  $m_1 = 2 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 3 \text{ kg}$ ,  $h = 2 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ 

I. szakasz: A két test azonos nagyságú sebességgel és gyorsulással mozog. A mozgásegyenletek:

$$K - m_1 g = m_1 a$$

$$m_2 g - K = m_2 a$$

$$a = \frac{g}{5}, \quad v = a \cdot t, \quad z = \frac{1}{2} a t^2.$$

Ez addig igaz, amíg a 2-es test le nem ér a földre, ekkor

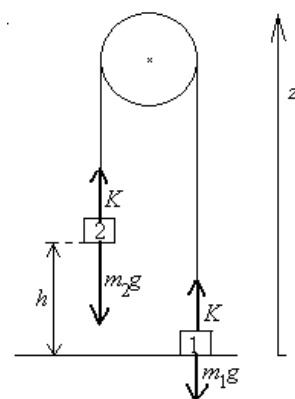
$$z = h = 2 \text{ m}.$$

Az első szakaszt megteszi:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \underline{1,43 \text{ s}},$$

végsebessége  $v_1 = \underline{2,80 \text{ m/s}}$ .

5 pont



A 2-es test földre érésekor meglazul a köté, a 2-es test néhány ütközéssel biztosan elveszíti a mozgási energiáját, az 1-es test, pedig  $v_1$  sebességgel függőleges hajítást végez, egészen a fonál megfeszüléséig, amikor 2 m magasságba visszaér.

3 pont

Az emelkedés ideje:

$$\Delta t_2 = \frac{v_1}{g} = \underline{0,285 \text{ s}}, \text{ a legmagasabb pontban indulás után } t_2 = \underline{1,715 \text{ s}} \text{-ban lesz. } 2 \text{ pont}$$

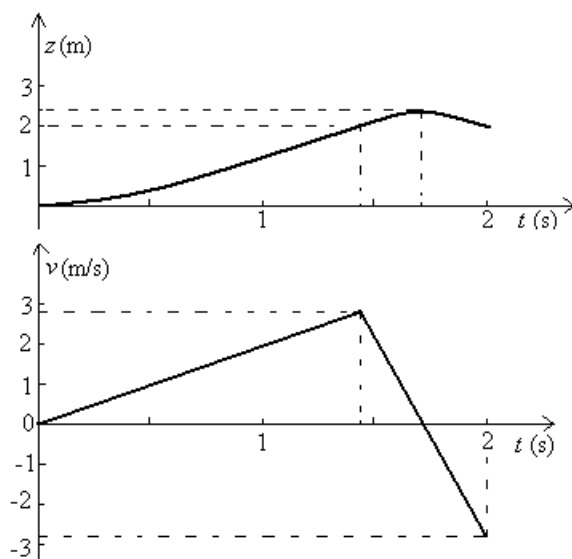
Az emelkedés magassága:

$$\Delta z_2 = \underline{0,400 \text{ m}}, \text{ a legmagasabb pont } z_2 = \underline{2,4 \text{ m}}.$$

3 pont

A köté megfeszüléséig eltelik  $\Delta t_3 = \Delta t_2 = \underline{0,285 \text{ s}}$ , az indulástól eltelt idő  $t_3 = \underline{2 \text{ s}}$ .A visszaérkezés pillanatában a sebessége  $v_3 = -v_1 = \underline{-2,80 \text{ m/s}}$ .

3 pont



4 pont

## 8. feladat

Adatok:  $a=0,91$  m,  $m=34$  kg,  $T_1=0^\circ\text{C}$ ,  $T_2=26^\circ\text{C}$ ,  $\lambda=0,042 \frac{\text{J}}{\text{m}\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C}}$ ,  $L_0=333,7\text{kJ/kg}$ ,  
 $t=2\cdot24\cdot3600$  s

Feltételezzük, hogy a kocka alja kicsi keresztmetszetű rossz hővezető tartókon nyugszik, és lényegében minden oldalról levegő veszi körül. A hőátadást minden oldalon azonosnak tekintjük, bár a levegő áramlása miatt ez szigorúan nem helyes.

A jég megolvasztásához szükséges hő:  $Q_{olv}=L_0\cdot m$ , 2 pont

A beszivárgó hő egyenesen arányos a kocka felszínével és fordítva arányos a szigetelő réteg vastagságával:  $Q_{be}=\lambda t\Delta T \frac{6a^2}{d}$ . 10 pont

Annak feltétele, hogy jég maradjon:  $Q_{be} < Q_{olv}$  4 pont

Innen  $d > \frac{\lambda \cdot 6a^2 \cdot t \cdot \Delta T}{m \cdot L_0} \approx \underline{\underline{8,3 \text{ cm}}}$ . 4 pont

9.  $Q = -3 \mu\text{C}$ ,  $q = -8 \mu\text{C}$ ,  $d = 0,045$  m = 45 mm,  $m = 7,2$  g = 0,0072 kg,  $v = 65$  m/s.  
 $s = ?$  amikor  $v = 0$ .

A részecskére csak a  $Q$  töltés elektromos mezeje hat (fékezi), és így érvényes az energiamegmaradás törvénye:

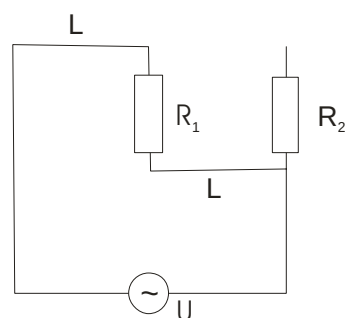
$$E_0 = k \frac{qQ}{d} + \frac{1}{2}mv^2 = k \frac{qQ}{x} \quad 10 \text{ pont}$$

$$E_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(-3 \cdot 10^{-6} \text{C}) \cdot (-8 \cdot 10^{-6} \text{C})}{0,045 \text{m}} + \frac{1}{2} 0,0072 \text{kg} \cdot 65^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 20,01 \text{ J}.$$

$$x = \frac{kqQ}{E_0} \Rightarrow x = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(-3 \cdot 10^{-6} \text{C}) \cdot (-8 \cdot 10^{-6} \text{C})}{20,01 \text{ N} \cdot \text{m}} = \underline{\underline{10,8 \text{ mm}}}. \quad 8 \text{ pont}$$

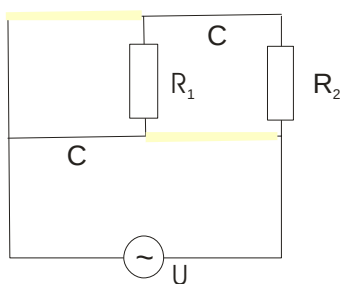
A részecske útja  $s = d - x = (45 - 10,8) \text{ mm} = \underline{\underline{34,2 \text{ mm}}}$ . 2 pont

## 10. feladat



a) Alacsony frekvencián ( $\omega \approx 0$ )  $L\omega \approx 0$ ,  $\frac{1}{C\omega} \approx \infty$ . A kapcsolásban a tekercs helyett ellenállás nélküli szakaszt, a kondenzátor helyett szakadást vehetünk: 5 pont

Áram csak az  $R_1$  ellenálláson folyik át:  $I_0 = \frac{U}{R_1}$ . 2 pont



b) Nagyon magas frekvencián ( $\omega \approx \infty$ ),  $L\omega \approx \infty$ ,  $\frac{1}{C\omega} \approx 0$ . A kapcsolásban a tekercs helyett szakadást, a kondenzátor helyett ellenállás nélküli szakaszt vehetünk: 5 pont

Áram a sorba kapcsolt ellenállásokon folyik át:  $I_\infty = \frac{U}{R_1 + R_2}$  3 pont

A feladat szerint  $I_0 = 4I_\infty$ , azaz  $\frac{U}{R_1} = 4 \frac{U}{R_1 + R_2} \rightarrow \underline{\underline{R_2 = 3R_1}}$ . 5 pont

11. feladat:

A részecskékre ható súlyerő sokkal kisebb, mint a Lorentz erő. Ezért a súlyerőt nem vesszük figyelembe.

A deutron egy protonból és egy neutronból álló részecske, eltekintve a proton és neutron tömege közti különbségtől a deutron tömege a proton tömegének kétszerese, illetve a neutron semleges révén a proton és a deutron részecske töltése megegyezik. 2 pont

Adatok:  $q_p = q_d = q$ ,  $m_p = m$ ,  $m_d = 2 \cdot m$ ,  $r_p = 15 \text{ cm}$

I. A részecskék mozgási energiája azonos:

$$\frac{1}{2} \cdot m_p \cdot v_p^2 = \frac{1}{2} \cdot m_d \cdot v_d^2 \quad 3 \text{ pont}$$

Behelyettesítve az adatokat:  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_d^2$

Kifejezve a deutron sebességét:  $v_d = \frac{v_p}{\sqrt{2}}$  2 pont

II. Mágneses térben mozgó töltött részecskére a Lorentz ( $\vec{F}_l = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$ )erő hat. Mivel a részecskék a mágneses indukcióra merőlegesen lépnek a kamrába, ezért az erő nagysága:

$$F_l = q \cdot v \cdot B.$$

Íránya, mindig a részecskék sebességére merőleges, ezért a részecskék körpályán mozognak.

A részecske mozgásegyenlete:  $m \cdot a_{cp} = q \cdot v \cdot B$

és figyelembe véve, hogy:  $a_{cp} = \frac{v^2}{r}$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = q \cdot v \cdot B. \quad 5 \text{ pont}$$

Kifejezve a körpálya sugarát:  $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$  1 pont

Így a proton és a deutron esetén:  $r_p = \frac{m \cdot v_p}{q \cdot B}$

$$r_d = \frac{2 \cdot m \cdot v_d}{q \cdot B} \quad 2 \text{ pont}$$

Behelyettesítve a deutron sebességére nyert kifejezést:

$$r_d = \frac{2 \cdot m \cdot (v_p / \sqrt{2})}{q \cdot B} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{m \cdot v_p}{q \cdot B}. \quad 2 \text{ pont}$$

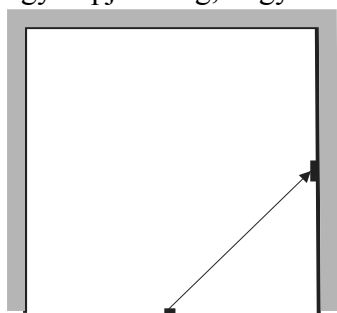
A proton esetén kapott kifejezést behelyettesítve:

$$r_d = \sqrt{2} \cdot r_p \quad 2 \text{ pont}$$

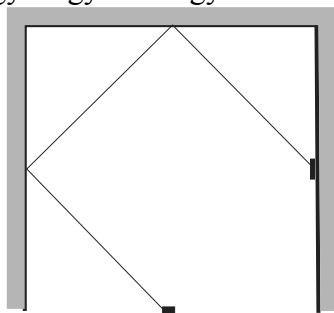
$$\underline{\underline{r_d = 21,21 \text{ cm}}} \quad 1 \text{ pont}$$

## 12. feladat

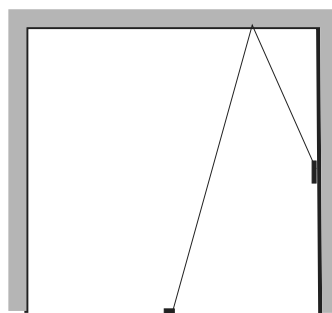
Mivel a visszaverődés szöge a beesés szögével egyenlő a lehetséges fényutakat szerkesztéssel úgy kapjuk meg, hogy a céltárgyat egyszer vagy többször tükrözzük a doboz falaira.



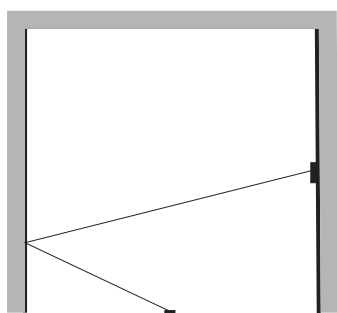
2 pont



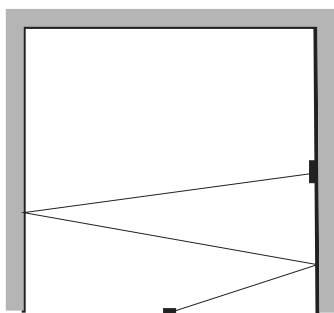
4 pont



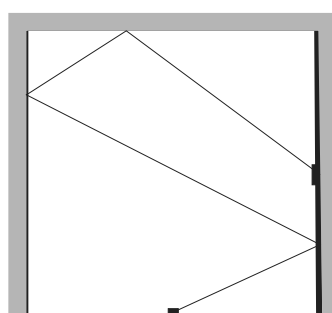
3 pont



3 pont



4 pont



4 pont

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
2005

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium 9. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                    | Szaktanár         |
|----------|------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| 1-2.     | Pósfay Péter     | Bolyai János Gimnázium,<br>Kecskemét      | Vincze Zoltán     |
| 1-2.     | Szolnoki Lénárd  | Debreceni Ref. Kollégium<br>Dóczy Gimn.   | Tófalusi Péter    |
| 3.       | Benák Attila     | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged  | Csiszár Imre      |
| 3.       | Soós János       | Bethlen G. Ref. Gimn.<br>Hódmezővásárhely | Berecz János      |
| 4.       | Pál Tamás        | Verseyhy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok     | Lapu Béla         |
| 4.       | Sikala Ákos      | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged  | Csiszár Imre      |
| 5.       | Deli Gábor       | Eötvös József Középiskola,<br>Heves       | Kis Tamás         |
| 6.       | Csallóközi Dávid | Földes Ferenc Gimnázium,<br>Miskolc       | Dr. Zsúdel László |
| 6.       | Uatkán Temir     | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged  | Csiszár Imre      |

## Gimnázium 10. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                    | Szaktanár         |
|----------|----------------|-------------------------------------------|-------------------|
| 1.       | Kőrösi Márton  | Tevan Andor Gimn.<br>Békéscsaba           | Varga István      |
| 2.       | Nyíri Dávid    | Debreceni Ref. Kollégium<br>Dóczy Gimn.   | Tófalusi Péter    |
| 3.       | Farkas Ádám    | Földes Ferenc Gimnázium,<br>Miskolc       | Zámborszky Ferenc |
| 3.       | Tanács Ferenc  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Mike János        |
| 4.       | Pósa László    | Bethlen G. Ref. Gimn.<br>Hódmezővásárhely |                   |
| 5.       | Roósz Gergő    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Mike János        |
| 6.       | Nagy Péter     | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged  | Csiszár Imre      |
| 6.       | Somogyi Bálint | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét      | Bakk János        |
| 6.       | Vécsei Miklós  | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged  | Csiszár Imre      |

## Gimnázium 11. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                   | Szaktanár                             |
|----------|-----------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.       | Széchenyi Gábor | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                          |
| 2-3.     | Ökrös Tamás     | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                          |
| 2-3.     | Incze Attila    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                        |
| 4.       | Nagy Péter      | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István                          |
| 4.       | Szilágyi Csaba  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                        |
| 4.       | Hegedűs Tibor   | Földes Ferenc Gimnázium,<br>Miskolc      | Kovács Benedek                        |
| 5.       | Kocsis Vilmos   | Ságvári E. Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                           |
| 5.       | Lencsés Máté    | Földes Ferenc Gimnázium,<br>Miskolc      | Kovács Benedek                        |
| 5.       | Rácz György     | III. Béla Gimnázium, Baja                | Karagity István,<br>Szkladányi András |
| 6.       | Bana Péter      | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok      |                                       |
| 6.       | Kutasi Bence    | Kecskeméti Református<br>Gimnázium       | Sikó Dezső, Tóth<br>Imre              |

## Gimnázium 12. évfolyam

| Helyezés | Név                | Iskola                                    | Szaktanár                        |
|----------|--------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.       | Bazsó Gábor        | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok   | Szécsiné Festő<br>Hegedűs Margit |
| 2.       | Kardos László      | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dr. Mező Tamás                   |
| 3.       | Filus Tamás        | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dr. Mező Tamás                   |
| 3.       | Lantos Judit       | Bethlen G. Ref. Gimn.<br>Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                       |
| 4.       | Erdődi Zoltán      | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok       | Balogh Béla                      |
| 4.       | Fábi László        | Debreceni Ref. Kollégium<br>Dóczy Gimn.   | Tófalusi Péter                   |
| 5.       | Darázs Zoltán      | Eötvös József Középiskola,<br>Heves       | Kis Angelika, Kis<br>Tamás       |
| 5.       | Kádár-Német István | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dr. Mező Tamás                   |
| 5.       | Pálinkás Csaba     | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok   | Pécsi István                     |
| 6.       | Szalai András      | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok       | Balogh Béla                      |
| 6.       | Gál Szabolcs       | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged       | Dudás Zoltánné                   |

## Szakközépiskola 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                          | Szaktanár       |
|----------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------|
| III.     | Kocsis László   | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged        | Tóth Péterné    |
| III.     | Matyelka Zoltán | Vásárhelyi Pál SZKI, Békéscsaba                 | Töröcsik Zoltán |
| III.     | Ökrös Zsigmond  | Gépészeti és Számítástechnikai SZKI, Békéscsaba |                 |

## Szakközépiskola 10. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                   | Szaktanár    |
|----------|----------------|------------------------------------------|--------------|
| I.       | Magony Gergely | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Tóth Péterné |
| II.      | Miklós Attila  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Tóth Péterné |
| III.     | Zombori Attila | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Tóth Péterné |

## Szakközépiskola 11. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                              | Szaktanár            |
|----------|----------------|-------------------------------------|----------------------|
| 1.       | Dajka Attila   | Kandó Kálmán SZKI, Kecskemét        | Horváth Lajos        |
| 2.       | Hajdú János    | Gábor Dénes Műszaki SZKI, Szeged    | Győrei Szabina Kinga |
| 3.       | Menyhárt Péter | Kossuth Zs. Műszaki SZKI, Hódmezőv. | D. Balogh Irén       |

## Szakközépiskola 12. évfolyam

| Helyezés | Név               | Iskola                                   | Szaktanár             |
|----------|-------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| 1-2.     | Fajfrik Zoltán    | Kossuth Zs. Műszaki SZKI, Hódmezőv.      | L. Szentandrás Eszter |
| 1-2.     | Vancsik János     | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola, Szeged | Vargáné Szőke Márta   |
| 3.       | Kis-Prumik Ambrus | Kandó Kálmán SZKI, Kecskemét             | Kéri Katalin          |
| 3.       | Szeghalmi Lajos   | Kandó Kálmán SZKI, Kecskemét             | Simala Irén           |



## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny 2005 / 2006

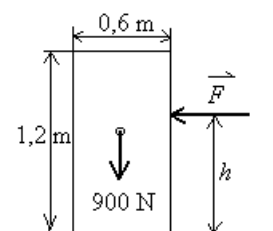
Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható (mobiltelefon, Internet nem). A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

*Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői:  
Geretovszky Zsolt, Hilbert Margit, Sarlós Ferenc, Varjú Katalin  
és az ELFT Csongrád Megyei Csoportja!*

| A kitűzött feladatok: |            |
|-----------------------|------------|
| 9. évfolyam           | 1, 2, 3, 5 |
| 10. évfolyam          | 1, 4, 5, 6 |
| 11. évfolyam          | 5, 6, 7, 9 |
| 12. évfolyam          | 6, 7, 8, 9 |

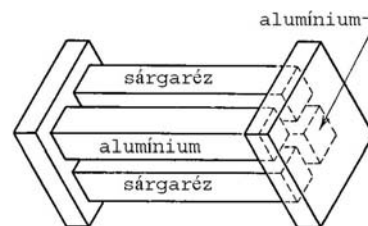
1. A kopogó bogár közel 400 g gyorsulással képes kilőni magát függőlegesen, amíg a 0,6 cm hosszú lábai kiegyenesednek. Milyen magasra ugorhat a bogár? Milyen hosszú ideig van a levegőben? A gyorsulásról feltételezzük, hogy állandó, a légellenállást hanyagoljuk el! ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

2. Az ábrán látható doboz 1,2 m magas és 60 cm széles. A dobozra ható nehézségi erő 900 N, a tömegközéppont a geometriai középpontba esik. A tapadási együttható 0,4. Mekkora  $F$  erő szükséges a doboz vízszintes irányú meg-mozdításához? Mekkora  $h$  magasságig alkalmazhatunk ilyen erőt, ha a dobozt tolni akarjuk?



3. Egy metró szerelvény a 900 m távolságban levő állomások között a következő módon halad: félútig állandó,  $1,0 \text{ m/s}^2$ -es gyorsulással, az út másik felén ugyanilyen mértékű lassulással. Ábrázolja a sebességet és az utat az idő függvényében indulástól megállásig! Helyezzen el megfelelő numerikus értékeket mindkét tengely mentén!

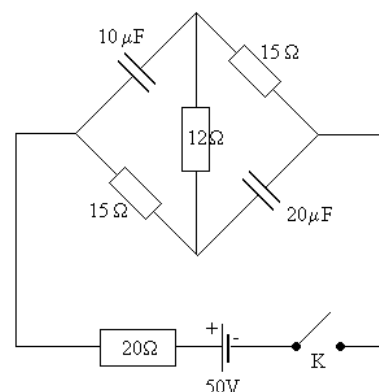
4. Két-két  $1 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű és  $0^\circ\text{C}$ -on 50 cm hosszú alumínium és sárgaréz rúd végeihez két merev lemezt rögzítettek, az ábra szerint. A rudakban  $0^\circ\text{C}$ -on nincs feszültség. Sem a rudak, sem a lemezek nem görbülhetnek el. Mekkora erő ébred a rudakban  $400^\circ\text{C}$ -on?



5. Egy csigát rugós erőmérőre akasztunk, amely egy  $0,2 \text{ g}$  gyorsulással lefelé mozgó lift mennyezetéhez van erősítve. A csigán átvett fonál két végére testeket függesztünk, melyek össztömege 48 kg. A felfüggesztett testek a lifthez képest  $0,3 \text{ g}$  gyorsulással mozognak. Mekkora a testek tömege és mit mutat az erőmérő? A csiga tömege elhanyagolható és rezgése sem figyelhető meg. ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

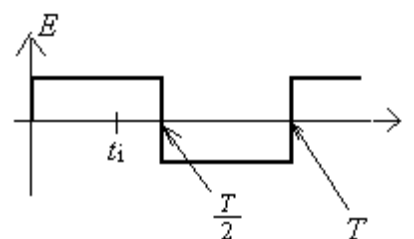
6. Inverz buborékot készíthetünk, ha sóoldatból egy cseppet lassan tiszta vízbe engedünk. Ha szerencsénk van, akkor a cseppet vékony levegőréteg veszi körül és a tiszta vízben a buborék megmarad. A teljes visszaverődés miatt a buboréknak fekete héja látszódik. Készítsünk  $1,10 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű sóoldatból  $r = 1 \text{ mm}$  sugarú buborékot. Mekkora  $d_0$  vastagságú levegőrétegnek kell körül venni, hogy az  $1 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű vízben lebegjen? Ha a levegő rétegvastagsága  $3 \text{ }\mu\text{m}$ -re csökken, a buborék fala megsemmisül. A vízbe  $3,5 \text{ }\mu\text{m}$  vastagságú légréteggel körülvett  $1 \text{ mm}$  sugarú cseppet engedünk. A víz felszínétől számítva milyen mélységben várható ennek a buboréknak a megsemmisülése? A külső légnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ , a felületi feszültségből származó görbületi nyomást elhanyagoljuk. A levegőréteg térfogatát közelítsük a  $4r^2\pi d$  összefüggéssel, ahol  $r$  a belső sósvíz alkotta gömb sugara,  $d$  a levegőréteg vastagsága. ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

7. Az ábrán látható áramkörben a kondenzátorok kezdetben töltetlenek. Mekkora a telepen átfolyó áram értéke közvetlenül a kapcsoló zárása után? Hosszú idő eltelte után mekkora áram folyik át a telepen? Mekkora a kondenzátorok töltése a második esetben?



8. Lézeres párologtatással töltéssel bíró nanorészecskéket állítanak elő, melyeket elektromos tér segítségével egy felületre leválasztanak. A vákuumkamrában, ritkított, kb.  $300 \text{ K}$  hőmérsékletű nitrogén gáz van. Becsülje meg, hogy mekkora átmérőjű gömb alakú,  $5 \text{ m/s}$  sebességű indium nanorészecske sebessége változna meg  $5 \%$ -kal, ha egy nitrogén-molekulával centrális, egyenes ütközést szenved? Hány atom alkotja ezt a nanorészecskét?

9. Ha egy atomot nagy intenzitású lézerimpulzus terébe helyezünk, akkor a lineárisan poláros fény elektromos tere ionizálni tudja azt. A leszakított elektron a változó elektromos térben, bizonyos esetekben visszatérhet az iontörzshöz. Közelítsük a szinuszosan változó térerősséget négyszögjellel. Az ábrán látható és  $t_1$ -vel jelölt időpillanatban következik be az ionizáció, ekkor jelenik meg az iontörzs mellett, nulla sebességgel a szabad elektron. Milyen  $t_1$  érték esetén tud az elektron visszatérni az iontörzshöz? Mekkora lehet a visszatérő elektron mozgási energiájának legnagyobb értéke? Az iontörzs Coulomb-vonzását elhanyagoljuk. (A térerősség amplitúdója  $3 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$ , a periódusidő  $2,6 \text{ fs}$ .)



**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny**  
**2005 / 2006**
**MEGOLDÁSOK**
**1.**

 Adatok:  $a = 400 \text{ g}$ ,  $s = 0,6 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ 


---

I. Megoldás a munka-tétel alkalmazásával:

$$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{a \cdot s}{g} = \underline{\underline{2,40 \text{ m}}} \quad \mathbf{10 \text{ pont}}$$

 Itt  $h$  a talaj szintjétől mért távolság, amely alig különbözik a függőleges hajítás magasságától a 2,394 m-től.

 A levegőben tartózkodik a talajtól való elvállástól, a leérkezésig (tegyük fel, hogy a leérkezéskor kb. 6 mm-es úton és  $a$  nagyságú lassulással fékeződik le)

$$t = 2 \cdot t_{le} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2(h-s)}{g}} = \underline{\underline{1,40 \text{ s}}} \text{ ideig.} \quad \mathbf{10 \text{ pont}}$$

II. Függőleges hajítás egyenleteivel:

$$\text{az elugrás szakaszára } v_0 = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = 6,86 \text{ m/s}, \quad t_{gy} = \frac{v_0}{a} = 1,75 \text{ ms} \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

majd a levegőben való mozgásra:

$$t_{fel} = t_{le} = \frac{v_0}{g} \text{ és } h - s = v_0 \cdot t_{fel} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_{fel}^2 \text{ egyidejű megoldásával adódnak a fenti értékek.}$$

**15 pont**

Megjegyzés: Az időtartamot esetleg választhatja a teljes időre is, a magasságból hiányozhat a lábak hossza is, de a teljes pontszámot csak akkor kapja meg mindkét esetben, ha leírja miért választotta az egyiket, vagy a másikat. Ha gondolt rá, hogy ezek elvileg különböznek. A numerikus adatokból látható, hogy a két megoldás csak néhány ezrelékben különbözik. **Ha nincs szövegesen leírva, hogy mit gondolt a megoldó, akkor le kell vonni a megoldására kapott pontból 2 pontot!** (Pl. 20-2=18 pont)

**2.**

 Adatok:  $G = 900 \text{ N}$ ,  $\mu = 0,4$ ,  $a = 0,6 \text{ m}$ 


---

$$\text{A doboz megmozdításának feltétele: } F \geq F_{t,\max} = \mu \cdot G = \underline{\underline{360 \text{ N}}}. \quad \mathbf{8 \text{ pont}}$$

A doboz nem gyorsul, ha minimális az erő, így a forgatónyomatékok egyensúlyát felírhatjuk a talajjal érintkező, menetirány szerinti élre:  $G \cdot \frac{a}{2} - F_{\min} \cdot h - F_{ny} \cdot x = 0$ , ahol  $F_{ny}$  a talaj által

kifejtett erő, és erőkarja az említett pontra  $x \geq 0$ . **8 pont**

Még éppen nem borul fel  $x = 0$  esetében, így kapjuk, hogy

$$h_{\max} = \frac{G \cdot a}{2 \cdot F_{\min}} = \underline{\underline{0,75 \text{ m}}}. \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$

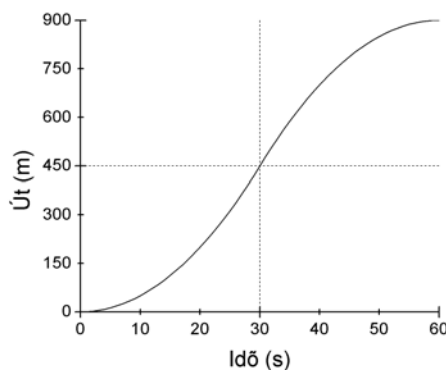
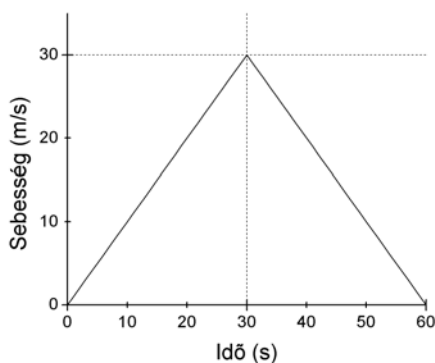
3.

Adatok:  $a = 1 \text{ m/s}^2$ ,  $s = 900 \text{ m}$ 

A mozgás első szakaszára:  $\frac{s}{2} = \frac{1}{2} a \cdot t_1^2$ , így  $t_1 = \underline{\underline{30 \text{ s}}}$ , és  $v_{\max} = a \cdot t_1 = \underline{\underline{30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$ . A második

szakaszban lassul a jármű, könnyen belátható, hogy  $t_2 = t_1$ , hiszen  $t_2 = \frac{v_{\max}}{|a|} = 30 \text{ s}$ . **8 pont**

Egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás esetén a megtett út – idő függvény a gyorsulás előjelének megfelelő irányban álló parabola, a sebesség – idő függvény pedig egyenes, meredeksége a gyorsulásnak megfelelő. Így a grafikonok:

**12 pont**

Megjegyzés: Talán a leggyakoribb hiba az lesz, hogy néhány fontos adat hiányzik a grafikonról: **legendő**, ha mindkettőn fel van tüntetve a 30 és 60 s, és a 30 m/s, ill. a 450 és a 900 m. Ha fele van készen a grafikonoknak, akkor a fele pontszám jár. Ha minden tökéletes, de az út-idő grafikon második szakasza nem jól illeszkedik az elsőhöz (pl. a másik irányba görbül), akkor 2 pontot vonjunk le.

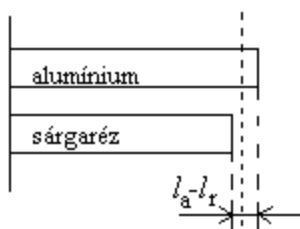
4.

Adatok:  $A = 1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $l_0 = 0,5 \text{ m}$ ,  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $T = 400^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_a = 2,39 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ ,  $\alpha_r = 1,84 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ ,

$E_a = 68,7 \text{ GPa}$ ,  $E_r = 122 \text{ GPa}$

Két lépésben vizsgáljuk a rudak változását:

Először határozzuk meg, ha szabadon tágulnának a rudak, akkor a magasabb hőmérsékleten mekkora lenne a hosszuk:



$$l_a = l_0 (1 + \alpha_a (T - T_0))$$

$$l_r = l_0 (1 + \alpha_r (T - T_0))$$

**3 pont**

Második lépésben az alumínium rudat nyomjuk össze, és a sárgaréz rudat nyújtjuk meg ugyanakkora erővel. A hosszváltozásuk:

$$\Delta l_a = \frac{1}{E_a} \frac{F}{A} l_a \quad \text{és} \quad |\Delta l_r| = \frac{1}{E_r} \frac{F}{A} l_r. \quad \textbf{3 pont}$$

Ahhoz, hogy a sík lapok alakváltozás nélkül párhuzamosan álljanak, szükséges az, hogy végül minden rúd azonos hosszúságú legyen. Ez akkor teljesül, ha

$$\Delta l_a + |\Delta l_r| = l_a - l_r. \quad \textbf{4 pont}$$

Amiatt, hogy két-két rúd van, minden rúdban azonos feszültség lesz, azonos feszítőerővel (a keresztmetszet változását elhanyagoljuk):

$$\frac{1}{E_a} \frac{F}{A} l_a + \frac{1}{E_r} \frac{F}{A} l_r = l_0 (1 + \alpha_a (T - T_0)) - l_0 (1 + \alpha_r (T - T_0)).$$

Innen:

$$\frac{F}{A} = \frac{(\alpha_a - \alpha_r)(T - T_0)}{\frac{1 + \alpha_a (T - T_0)}{E_a} + \frac{1 + \alpha_r (T - T_0)}{E_r}} = \underline{95,6 \text{ MPa}}.$$

**5 pont**

Az alumínium rúdban összehúzó, a rézben nyújtó erő ébred  
melyek azonos nagyságúak:  $\underline{F = 9,56 \text{ kN}}.$

**2 pont****3 pont****5.**

Adatok:  $a = 0,2 \text{ g}$ ,  $m_1 + m_2 = M = 48 \text{ kg}$ ,  $a' = 0,3 \text{ g}$ ,

Feltehetjük, hogy  $m_1 > m_2$ . Ekkor az  $m_1$  tömegű test a lifthez képest  $0,3 \text{ g}$  gyorsulással lefelé, azaz a Földhöz képest  $a_1 = 0,3 \text{ g} + 0,2 \text{ g} = 0,5 \text{ g}$  gyorsulással lefelé mozog. Az  $m_2$  tömegű test a lifthez képest  $0,3 \text{ g}$  gyorsulással felfelé, azaz a Földhöz képest

$a_2 = 0,3 \text{ g} - 0,2 \text{ g} = 0,1 \text{ g}$  gyorsulással felfelé mozog.

**4 pont**

Az ábrán a Földhöz képesti gyorsulásokat és a testek-re, valamint a csigára ható erőket tüntettük fel.

A csigának nincs tömege, tehát tehetetlenségi nyoma-téka sincs, azaz a csiga bármely pontjára a forgató-nyomatékok eredője 0.

A középpontra felírva:

$K_1 \cdot r = K_2 \cdot r \Rightarrow K_1 = K_2 = K$ , ahol  $r$  a csiga sugara. **2 pont**

A dinamika alapegyenletét felírva a testekre:

$m_1 a_1 = m_1 g - K$ , valamint  $m_2 a_2 = K - m_2 g$ .

**4 pont**

A kötélrőt kifejezve:

$K = 0,5 \cdot m_1 g$  ill.  $K = 1,1 \cdot m_2 g$ , melyekből  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{5}$ . Az össztömeg ismeretében

$$m_1 = \frac{11}{11+5} \cdot (m_1 + m_2) = \underline{33 \text{ kg}} \quad m_2 = \frac{5}{11+5} \cdot (m_1 + m_2) = \underline{15 \text{ kg}}$$

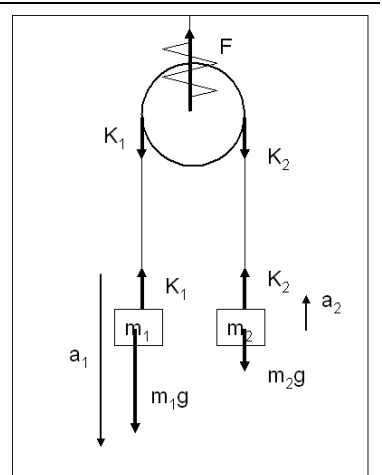
**6 pont**

A csiga tömege elhanyagolható, tehát a rá ható erők eredője 0, azaz

$$F = 2K = 33 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{323,7 \text{ N}}$$

**4 pont**

A testek tömege: 33 kg és 15 kg, a rugós erőmérő 323,7 N-t mutat.



6.  $\rho_1 = 1,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $\rho_2 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $r = 1 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 3,5 \mu\text{m}$ ,  $d_{\min} = 3 \mu\text{m}$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$

A lebegés feltétele, a térfogat számításánál nincs elhanyagolás, de a levegő tömegétől eltekintve:  $\frac{4r^3\pi}{3}\rho_1 = \frac{4(r+d_0)^3\pi}{3}\rho_2$ , ahonnan  $d_0 = r\left(\sqrt[3]{\frac{\rho_1}{\rho_2}} - 1\right) = \underline{\underline{32,3 \mu\text{m}}}$ .

Ha a levegőréteg térfogatát a megadottak szerint közelítjük, akkor:

$$\frac{4r^3\pi}{3}\rho_1 = \left(\frac{4r^3\pi}{3} + 4r^2\pi d_0\right)\rho_2, \text{ ahonnan } d_0 = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2} \frac{r}{3} = \underline{\underline{33,3 \mu\text{m}}}.$$

Bármelyik megoldás teljes értékű.

**8 pont**

A vékonyabb légréteggel körülvett inverz buborék átlagos sűrűsége a vízénél nagyobb így az süllyedni kezd.

**2 pont**

A légbuborék izotermikus változáson megy keresztül, a hidrosztatikus nyomás növekedésével a térfogat, így a falvastagság csökken:

**4 pont**

$$p_0 4r^2\pi d_1 = (p_0 + \rho_2 gh) 4r^2\pi d_{\min},$$

**4 pont**

ahonnan adódik, hogy  $h = \underline{\underline{1,70 \text{ m}}}$ .

**2 pont**

7.

A kapcsoló zárásakor a kondenzátorok töltetlenek, vagyis a rajtuk eső feszültség zérus, azaz az áramkört helyettesíthetjük az alábbival (a kondenzátorok a  $12 \Omega$ -os ellenálláson folyó árammal töltődnek kezdetben):

A körben az eredő ellenállás:

$$R = 20\Omega + \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{15\Omega}} = 24,62\Omega, \text{ ahonnan a}$$

főágban folyó áram erőssége:

$$I_0 = \frac{U}{R} = \underline{\underline{2,03 \text{ A}}}.$$

**8 pont**

A kapcsoló zárása után hosszú idővel a kondenzátorok feltöltődnek, és rajtuk már nem folyik át áram. Az áramkörre felírhatjuk a jelölt 3 körre a Kirchhoff-féle hurok törvényt:

$$I(15\Omega + 12\Omega) - \frac{Q_2}{20\mu\text{F}} = 0, \text{ és}$$

$$I(15\Omega + 20\Omega) + \frac{Q_2}{20\mu\text{F}} = 50 \text{ V}.$$

Innen adódik, hogy  $I = \underline{\underline{0,806 \text{ A}}}$ ,

**6 pont**

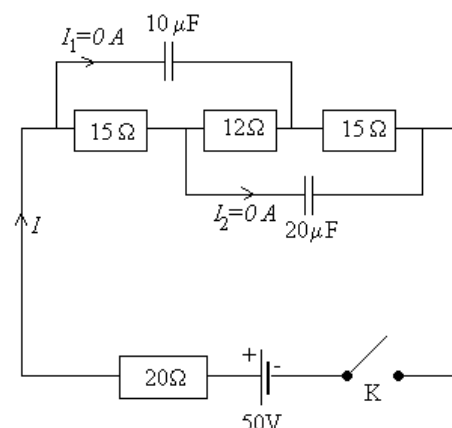
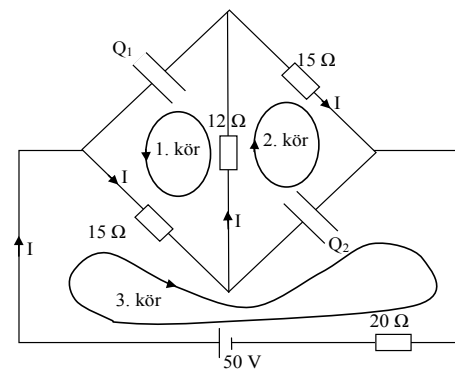
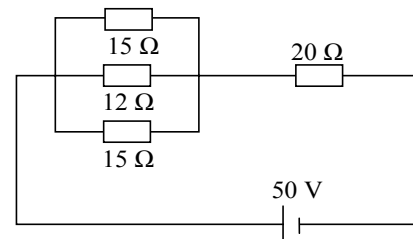
$$Q_1 = \underline{\underline{2,18 \cdot 10^{-4} \text{ C}}}, \text{ és } Q_2 = \underline{\underline{4,35 \cdot 10^{-4} \text{ C}}}.$$

**6 pont**

A második esetben is átrajzolhatjuk a kapcsolást:

Az áramerősségre:

$$I = \frac{50 \text{ V}}{20\Omega + 15\Omega + 12\Omega + 15\Omega} = \underline{\underline{0,806 \text{ A}}}.$$



A kondenzátorok feszültsége egyenlő:  $U_C = I \cdot (15\Omega + 12\Omega) = 21,8 \text{ V}$ , amiből a kondenzátorok töltése számítható. Numerikus eredmények ld. fönt.

8.  $T = 300 \text{ K}$ ,  $M_1 = 28 \text{ g/mol}$ ,  $M_2 = 115 \text{ g/mol}$ ,  $v_2 = 5 \text{ m/s}$ ,  $\rho_2 = 7,31 \text{ g/cm}^3$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ ,  $R = 8,31 \text{ J/K}$

További jelölések:

a nanorészecske tömege, sugara, atomjainak száma, ütközés utáni sebessége:  $m_2$ ,  $r_2$ ,  $N_2$ ,  $u_2$

a nitrogénmolekula tömege, ütközés előtti és ütközés utáni sebessége:  $m_1$ ,  $v_1$ ,  $u_1$

Először határozzuk meg a nitrogénmolekula átlagos sebességének nagyságát:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m_1\overline{v^2}. \text{ Innen } v_{\text{átl}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_1}} = 517 \frac{\text{m}}{\text{s}} = |v_1|. \quad \text{5 pont}$$

Tegyük fel, hogy egy pontosan átlagos sebességgel mozgó nitrogén molekula centrális, egyenes ütközést szenved egy nanorészecskével. Akkor lesz nagyobb a sebességváltozás, ha ez az ütközés ellentétes sebességgel rendelkező részek között jön létre. A sebességváltozást akarjuk meghatározni, akkor választhatjuk azt a megfigyelési rendszert, melyben ütközés előtt a nanorészecske állt, ebben a rendszerben a megfelelő sebességekre a  $v_{1\text{rel}}$ ,  $v_{2\text{rel}}$ ,  $u_{1\text{rel}}$ ,  $u_{2\text{rel}}$  jelöléseket használjuk. (A feladat megoldható laboratóriumhoz rögzített rendszerben is.)

Ekkor:  $v_{1\text{rel}} = v_1 - v_2$ .

Az ütközés tökéletesen rugalmas, a részecskék szembe repülnek egymással, hanyagoljuk el az elektrosztatikus kölcsönhatást. A lendületmegmaradás törvényéből:

$$m_1 \cdot v_{1\text{rel}} = m_1 \cdot u_{1\text{rel}} + m_2 \cdot u_{2\text{rel}}$$

a mechanikai energia megmaradás törvényéből:

$$\frac{1}{2}m_{1\text{rel}}v_{1\text{rel}}^2 = \frac{1}{2}m_{1\text{rel}}u_{1\text{rel}}^2 + \frac{1}{2}m_{2\text{rel}}u_{2\text{rel}}^2.$$

$$\text{Innen: } u_{2\text{rel}} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{1\text{rel}}. \text{ És } u_2 = u_{2\text{rel}} + v_2 = \frac{2m_1v_1 - (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{6 pont}$$

Megjegyzés: Valószínűleg sokan a függvénytáblázatból olvassák ki az ütközés utáni sebességeket. Valami írásbeli utalás szükséges arra nézve, hogy a diák fejében megfordult a rugalmas ütközést gondolata. Ennek hiányában **2 pontot vonjunk le**.

Azt az esetet vizsgáljuk, amikor  $|u_{2\text{rel}}| = 0,05v_2$ . 2 pont

$$\text{Vagyis: } 0,05v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}|v_{1\text{rel}}|, \quad 0,05v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}|v_1 - v_2|,$$

Ahonnán a nanorészecske tömege:

$$\underline{\underline{m_2 = 40m_1 \frac{|v_1| + v_2}{v_2} - m_1 = 4175m_1 = 1,95 \cdot 10^{-19} \text{ g}}}. \quad \text{4 pont}$$

Mivel

$$\frac{4r_2^3\pi}{3}\rho_2 = m_2, \text{ a részecske sugara } \underline{\underline{r_2 = \sqrt[3]{\frac{3m_2}{4\pi\rho_2}} = 1,85 \text{ nm}}}. \quad \text{1 pont}$$

A nanorészecskét alkotó atomok számát megbecsülhetjük:

$$\underline{\underline{N_2 \approx \frac{m_2}{M_2} N_A = 1017}}. \quad \text{2 pont}$$

9.  $E = 3 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$ ,  $T = 2,6 \text{ fs}$ ,  $q = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Elegendő  $0 \leq t_i \leq \frac{T}{2}$  időtartamot vizsgálni, mert  $\frac{T}{2} \leq t_i \leq T$  esetén ugyanaz játszódik le csak ellenkező irányban, és a jelenség  $T$  szerint periódikus.

A  $t_i$  időpontban bekövetkező ionizáció után az elektron a lézer terében gyorsul - mivel az ion

Coulomb tere elhanyagolható - a gyorsulás nagysága:  $a = \left| \frac{qE}{m} \right| = 5,276 \cdot 10^{21} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  **2 pont**

**1. szakasz:**  $t_i$  időtől  $T/2$  időig gyorsul  $t_1 = \frac{T}{2} - t_i$  ideig

A sebesség  $T/2$  időpontban:  $v_1 = a \cdot \left( \frac{T}{2} - t_i \right)$

Az elektron elmozdulása:  $x_1 = \frac{a}{2} \cdot \left( \frac{T}{2} - t_i \right)^2$  **1 pont**

**2. szakasz:**  $T/2$  időpont után  $T$  időpontig az elektron az eddigivel ellentétes irányban gyorsul, a gyorsulás nagysága ugyanakkora:  $a$ .

**1. eset:** Amikor az elektron  $T$  idő előtt visszaérkezik, a visszatérés  $t_2$  idejére  $0 \leq t_2 \leq \frac{T}{2}$  teljesül.

Az elektron elmozdulása:  $\Delta x_2(t) = v_1 t_2 - \frac{a}{2} t_2^2$ . A visszatérés

feltétele, hogy  $x_1 + \Delta x_2 = 0$  legyen, azaz

$$\frac{a}{2} \cdot \left( \frac{T}{2} - t_i \right)^2 + v_1 t_2 - \frac{a}{2} t_2^2 = 0, \text{ melyből } t_2 = \left( \frac{T}{2} - t_i \right) (1 \pm \sqrt{2}).$$

Csak azon megoldásoknak van fizikai tartalma, melyre  $0 \leq t_2 \leq \frac{T}{2}$ , a negatív előjel esetén ez

nem teljesül, tehát  $t_2 = \left( \frac{T}{2} - t_i \right) (1 + \sqrt{2})$ . **2 pont**

A  $0 \leq t_2 \leq \frac{T}{2}$  egyenlőtlenségből kapjuk, hogy:  $T \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$  **2 pont**

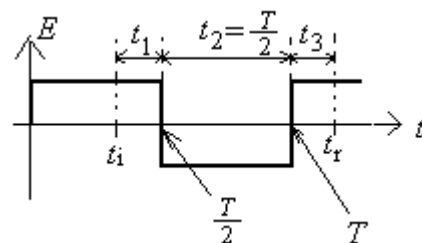
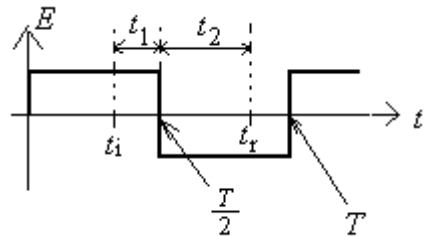
Ekkor a visszatérési sebesség:  $v_r = v_1 - a \cdot t_2 = a \cdot \left( \frac{T}{2} - t_i \right) \sqrt{2}$  **1 pont**

**2. eset:** A visszaérkezés  $T$  után következik be.

Ha az ionizációs idő nem teljesíti a  $T \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$

feltételt, akkor  $t = T$  időpontig nem tért vissza az elektron. Ekkor  $T$  időpontban  $v_2 = v_1 - a \frac{T}{2} = -a t_i$ ,

$$x_2 = x_1 + v_1 \frac{T}{2} - \frac{a}{2} \left( \frac{T}{2} \right)^2 = \frac{a}{2} \left( \frac{T^2}{2} - 2T t_i + t_i^2 \right) \quad \textbf{1 pont}$$





**3. szakasz:**  $T$  időpont után  $\frac{3}{2}T$  időpontig az elektron gyorsulása ismét megfordul, a gyorsulás nagysága nem változik. Tegyük fel, hogy az elektron  $t_3$  idő alatt tér vissza:  $\Delta x_3 = v_2 t_3 + \frac{a}{2} t_3^2$ .

A visszatérés feltétele:  $x_2 + \Delta x_3 = 0$  legyen, azaz  $\frac{a}{2} \left( \frac{T^2}{2} - 2Tt_i + t_i^2 \right) + v_2 t_3 + \frac{a}{2} t_3^2 = 0$ ,

melyből 
$$t_3 = t_i \pm \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$$
 **2 pont**

Az egyenletnek akkor van megoldása, ha a diszkrimináns nem negatív,

azaz 
$$\left( t_i - \frac{T}{4} \right) \geq 0 \Rightarrow t_i \geq \frac{T}{4}.$$
 **2 pont**

A  $t_3$  lehetséges értékét vizsgáljuk meg grafikusán:

Ha  $t_i = T/4$ -el, akkor a  $t_3$  is  $T/4$ -el egyenlő, és a grafikus képen látható, hogy a sebesség hogyan változik az idő függvényében. A visszatérés sebessége 0. Ha  $t_i$  kicsit nagyobb, akkor pozitív irányban az első szakaszon a görbe alatti terület kisebb, vagyis az eltávolodás kisebb, mint előbb, ezért visszafelé is kevesebb utat kell megtennie.

Ebből következik, hogy  $t_3 < T/4$ ,  $t_3 = t_i - \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$ .

Ez azt jelenti, hogy az elektron  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$  ionizációs

idő esetén a  $T$  és  $\frac{5}{4}T$  időpontok között tér vissza, a

visszatérési sebesség:  $v_r = a(t_i - t_3) = a \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$  **2 pont**

A visszatérési idő:  $t_r = T + t_3 = T + t_i - \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$ .

Ha az elektron a  $(0, T/4)$  között szakad ki, akkor nem tér vissza az ionhoz későbbi periódusokban sem.

Összefoglalva az eddig elmondottakat:

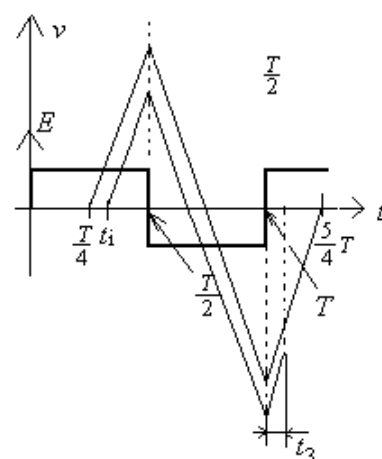
Akkor térhet vissza az elektron az ionhoz, ha az ionizációs idő  $\frac{T}{4} \leq t_i \leq \frac{T}{2}$ .

Ha  $\frac{T}{4} \leq t_i \leq T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$ , akkor az elektron  $T$  és  $\frac{5}{4}T$  időpontok között fog visszatérni, ekkor a

visszatérési sebesség:  $v_r = a \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$ .

Ha  $T \frac{2-\sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq \frac{T}{2}$ , akkor az elektron  $\frac{T}{2}$  és  $T$  időpontok között fog visszatérni, ekkor a

visszatérési sebesség  $v_r = a \sqrt{2 \left( \frac{T}{2} - t_i \right)}$ .



Az ionizációs idő függvényében vizsgálva a visszatérési sebességet, azt tapasztaljuk, hogy a függvény  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$  szakaszon monoton növekvő, a  $T \frac{2-\sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$  szakaszon monoton csökkenő, tehát a maximum  $t_i = T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$  időpillanatban van. **2 pont**

A maximális visszatérési sebesség:  $v_m = aT \frac{2-\sqrt{2}}{2} = 4,02 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ . Ez a sebesség még lényegesen kisebb, mint a vákuumbeli fénysebesség, tehát helytálló a nemrelativisztikus közelítés.

A visszatérő elektron maximális mozgási energiája  $\frac{1}{2} m v_m^2 = 7,35 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ . **3 pont**

**A feladat egy elvontabb megoldása olvasható a következőkben. Vigyázat itt más a pozitív irány is és további különbség is van a jelölésekben.**

Elegendő  $0 \leq t_i \leq \frac{T}{2}$  időtartamot vizsgálni, mert  $\frac{T}{2} \leq t_i \leq T$  esetén ugyanaz játszódik le csak ellenkező irányban, és a jelenség  $T$  szerint periodikus.

A  $t_i$  időpontban bekövetkező ionizáció után  $T/2$  időpontig az elektron a lézer terében gyorsul - mivel az ion Coulomb tere elhanyagolható - a gyorsulás:

$a = \frac{qE}{m} = -5,276 \cdot 10^{21} \frac{m}{s^2}$  (A negatív előjel azt jelenti, hogy az elektromos térrel ellentétes irányban gyorsul az elektron.)

A sebesség  $T/2$  időpontban:  $v\left(\frac{T}{2}\right) = a \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right) = \frac{qE}{m} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right)$

Az elektron elmozdulása:  $x\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2 = \frac{qE}{2m} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2$

$T/2$  időpont után  $T$  időpontig az elektron az eddigivel ellentétes, azaz pozitív irányban gyorsul, a gyorsulás nagysága ugyanakkora. Ha  $\frac{T}{2} \leq t \leq T$

$$v(t) = v\left(\frac{T}{2}\right) + (-a) \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right) = \frac{qE}{m} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right) - \frac{qE}{m} \left(t - \frac{T}{2}\right) = -\frac{qE}{m} (t + t_i - T)$$

$$x(t) = x\left(\frac{T}{2}\right) + v\left(\frac{T}{2}\right) \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right) + \frac{-a}{2} \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right)^2 = \frac{qE}{2m} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2 + \frac{qE}{m} \cdot \left(\frac{T}{2} - t_i\right) \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right) - \frac{qE}{2m} \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right)^2$$

$$x(t) = -\frac{qE}{2m} \left( \left(t - \frac{T}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{T}{2} - t_i\right) \cdot \left(t - \frac{T}{2}\right) - \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2 \right)$$

Az elektron az ionhoz  $t = t_r$  időpontban tér vissza, melyre  $x(t_r) = 0$  teljesül, az egyenletet  $\left(t_r - \frac{T}{2}\right)$ -re, mint ismeretlenre megoldva:

$$t_r - \frac{T}{2} = \left(\frac{T}{2} - t_i\right) \pm \sqrt{\left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2 + \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2} = \left(\frac{T}{2} - t_i\right) (1 \pm \sqrt{2}) \quad \text{Csak azon megoldásoknak van}$$

fizikai tartalma, melyre  $\frac{T}{2} \leq t_r \leq T$ , a negatív előjel esetén  $t_r < T/2$  teljesülne, ami nem

lehetséges, tehát  $\underline{t_r = T + T \frac{\sqrt{2}}{2} - t_i(1 + \sqrt{2})}$ . Az egyenlőtlenséget  $t_i$ -re megoldva kapjuk:

$$T \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}.$$

Ilyen ionizációs idők esetén fog az elektron  $\frac{T}{2} \leq t \leq T$  szakaszon visszatérni az ionhoz. Ekkor

$$\text{a visszatérési sebesség: } v(t_r) = -\frac{qE}{m}(t_r + t_i - T) = -\frac{qE}{m}\left(T \frac{\sqrt{2}}{2} - t_i \sqrt{2}\right).$$

Ha az ionizációs idő nem teljesíti a  $T \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$  feltételt, akkor  $t = T$  időpontig nem tért vissza az elektron.

$$v(T) = -\frac{qE}{m}t_i,$$

$$x(T) = -\frac{qE}{2m}\left(\left(\frac{T}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{T}{2} - t_i\right) \cdot \frac{T}{2} - \left(\frac{T}{2} - t_i\right)^2\right) = -\frac{qE}{2m}\left(-\frac{T^2}{2} + 2Tt_i - t_i^2\right)$$

Az elektron  $T \leq t \leq \frac{3}{2}T$  időpontok között negatív irányban gyorsul, a gyorsulás nagysága ugyanakkora. Ekkor:

$$v(t) = v(T) + a \cdot (t - T) = -\frac{qE}{m}t_i + \frac{qE}{m}(t - T),$$

$$x(t) = x(T) + v(T) \cdot (t - T) + \frac{a}{2} \cdot (t - T)^2 = -\frac{qE}{2m}\left(-\frac{T^2}{2} + 2Tt_i - t_i^2\right) - \frac{qE}{m}t_i(t - T) + \frac{qE}{2m}(t - T)^2,$$

$$x(t) = \frac{qE}{2m}\left(\frac{T^2}{2} - 2Tt_i + t_i^2 - 2t_i(t - T) + (t - T)^2\right).$$

Az elektron az ionhoz  $t = t_r$  időpontban tér vissza, melyre  $x(t_r) = 0$  teljesül. Az egyenletet  $(t_r - T)$ -re, mint ismeretlenre megoldva:

$$t_r - T = t_i \pm \sqrt{t_i^2 - \frac{T^2}{2} + 2Tt_i - t_i^2} = t_i \pm \sqrt{2T\left(t_i - \frac{T}{4}\right)}, \text{ az egyenletnek akkor van megoldása, ha a}$$

$$\text{diszkrimináns nem negatív azaz } \left(t_i - \frac{T}{4}\right) \geq 0 \Rightarrow t_i \geq \frac{T}{4}.$$

A lehetséges  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2 - \sqrt{2}}{2}$  értékeknél a negatív előjellel számolt  $t_r$  mindig teljesíti a

$T \leq t_r \leq \frac{3}{2}T$  feltételt és mindig kisebb, mint a pozitív előjellel számolt  $t_r$ . Ez azt jelenti, hogy

az elektron  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2 - \sqrt{2}}{2}$  ionizációs idő esetén a  $T \leq t \leq \frac{3}{2}T$  időpontok között tér

$$\text{vissza, a visszatérési idő: } t_r = T + t_i - \sqrt{2T\left(t_i - \frac{T}{4}\right)},$$

$$\text{a visszatérési sebesség: } v(t_r) = -\frac{qE}{m}t_i + \frac{qE}{m}\left(t_i - \sqrt{2T\left(t_i - \frac{T}{4}\right)}\right) = -\frac{qE}{m}\sqrt{2T\left(t_i - \frac{T}{4}\right)}.$$

Ha az elektron eddig nem tért vissza az ionhoz, akkor ezután sem tér vissza, mert ekkor teljes periódus alatti elmozdulás negatív és a képletek ugyanúgy igazak csak ezen elmozdulást kell hozzáadni.

Összefoglalva az eddig elmondottakat:

Akkor térhet vissza az elektron az ionhoz, ha  $\frac{T}{4} \leq t_i \leq \frac{T}{2}$ .

Ha  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$ , akkor a visszatérés  $T \leq t \leq \frac{3}{2}T$  időpontok között fog bekövetkezni,

ekkor a visszatérési sebesség  $v(t_r) = -\frac{qE}{m} \sqrt{2T \left( t_i - \frac{T}{4} \right)}$ .

Ha  $T \frac{2-\sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$ , akkor a visszatérés  $\frac{T}{2} \leq t \leq T$  időpontok között fog bekövetkezni,

ekkor a visszatérési sebesség  $v(t_r) = -\frac{qE}{m} \sqrt{2} \left( \frac{T}{2} - t_i \right)$ .

Az ionizációs idő függvényében vizsgálva a visszatérési sebességet, azt tapasztaljuk, hogy a függvény  $T \frac{1}{4} \leq t_i \leq T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$  szakaszon monoton növekvő, a  $T \frac{2-\sqrt{2}}{2} \leq t_i \leq T \frac{1}{2}$  szakaszon

monoton csökkenő, tehát a maximum  $t_i = T \frac{2-\sqrt{2}}{2}$  esetén van. A maximális visszatérési

sebesség:  $v_m = -\frac{qET}{m} \frac{2-\sqrt{2}}{2} = 4,017 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Ez a sebesség még lényegesen kisebb, mint a vákuumbeli fénysebesség, tehát a nemrelativisztikus közelítés helytálló.

A visszatérő elektron maximális mozgási energiája  $\frac{1}{2} m v_m^2 = 7,35 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ .

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

2006

**EREDMÉNYEK**

## Gimnázium 9. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                      | Szaktanár                |
|----------|----------------|---------------------------------------------|--------------------------|
| I.       | Szücs Gergely  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás           |
| II.      | Török Balázs   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás           |
| III.     | Simon Károly   | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Dr. Kovács László        |
| IV.      | Englert Dávid  | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok         | Nagy Tibor               |
| V.       | Fábián András  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás           |
| V.       | Vajda Zoltán   | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét        | Borsos Ferenc            |
| VI.      | Maczák Adrienn | Rózsa Ferenc Gimnázium,<br>Békéscsaba       | Kissné Hódor<br>Julianna |
| VI.      | Blázsik Zoltán | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás           |

## Gimnázium 10. évfolyam

| Helyezés | Név                | Iskola                                             | Szaktanár      |
|----------|--------------------|----------------------------------------------------|----------------|
| I.       | Szolnoki Lénárd    | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter |
| II.      | Szatmári Tamás     | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Győri István   |
| III.     | Páli Róbert László | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Csiszár Imre   |
| IV.      | Benák Attila       | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Csiszár Imre   |
| V.       | Pósfai Gergely     | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Győri István   |
| VI.      | Kertész Sándor     | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Győri István   |
| VI.      | Domonkos Miklós    | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged        | Csiszár Imre   |

## Gimnázium 11. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                             | Szaktanár                      |
|----------|----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| I.       | Kőrösi Márton  | Szent-Györgyi Albert Gimnázium,<br>Békéscsaba      | Varga István                   |
| II.      | Pósa László    | Bethlen Gábor Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely       | Kérdő Mártonné<br>Udvari Zsolt |
| III.     | Sárkány Lőrinc | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                | Dr. Mező Tamás                 |
| IV.      | Dudás János    | Bethlen Gábor Gimnázium,<br>Hódmezővásárhely       | Nagy Tibor                     |
| V.       | Roósz Gergő    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                | Dr. Mező Tamás                 |
| V.       | Tanács Ferenc  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                | Dr. Mező Tamás                 |
| VI.      | Nyíri Dávid    | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter                 |

## Gimnázium 12. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                      | Szaktanár      |
|----------|-----------------|---------------------------------------------|----------------|
| I.       | Széchenyi Gábor | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok     | Pécsi István   |
| II.      | Bana Péter      | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok         | Nagy Tibor     |
| III.     | Incze Attila    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás |
| IV.      | Kocsis Vilmos   | Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Tóth Károly    |
| IV.      | Szabó Tamás     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás |
| IV.      | Szilágyi Csaba  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás |
| V.       | Jankó Zsuzsanna | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged         | Dr. Mező Tamás |
| V.       | Nagy Zoltán     | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok         | Nagy Tibor     |
| VI.      | Nagy Péter      | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok     | Pécsi István   |

## Szakközépiskola 10. évfolyam

| Helyezés | Név        | Iskola                                      | Szaktanár    |
|----------|------------|---------------------------------------------|--------------|
| III.     | Kele Péter | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola,<br>Szeged | Tóth Péterné |

## Szakközépiskola 11. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                        | Szaktanár            |
|----------|-----------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|
| I.       | Zombori Attila  | Déri Miksa Ipari Szakközépiskola,<br>Szeged                   | Varjasiné Balla Edit |
| II.      | Szűcs Krisztián | Gépészeti és Számítástechnikai<br>Szakközépiskola, Békéscsaba | Ibos Gyula           |

## Szakközépiskola 12. évfolyam

| Helyezés | Név            | Iskola                                     | Szaktanár     |
|----------|----------------|--------------------------------------------|---------------|
| I.       | Dajka Attila   | Kandó Kálmán Szakközépiskola,<br>Kecskemét | Horváth Lajos |
| II.      | Aletyán Péter  | Kandó Kálmán Szakközépiskola,<br>Kecskemét | Horváth Lajos |
| III.     | Dobóczki Csaba | Kandó Kálmán Szakközépiskola,<br>Kecskemét | Horváth Lajos |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny****2006 / 2007****2007. január 25. 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>**

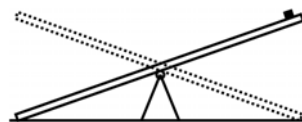
A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie. Bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható, mobiltelefon, Internet nem. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.

***Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és a feladatok kitűzői:  
Hilbert Margit, Sarlós Ferenc és Varjú Katalin***

*A kitűzött feladatok:*

|              |              |
|--------------|--------------|
| 9. évfolyam  | 1, 2, 3, 4   |
| 10. évfolyam | 4, 5, 7, 8   |
| 11. évfolyam | 6, 8, 9, 10  |
| 12. évfolyam | 8, 9, 10, 11 |

1. A  $t = 0$  pillanatban az  $x = 0$  pontban 2 m/s sebességgel mozgó test ütközik a  $t = 0$ -ban az  $x_0 = 12$  m helyen  $-1$  m/s sebességgel mozgó másik testtel. Rajzoljuk meg az  $x$  tengelyen mozgó testek hely-idő függvényét az ütközés előtt és azt követően, az alábbi két esetben: (a) tökéletesen rugalmas ütközésnél, amikor sebességet cserélnek (milyen a tömegarány?!) (b) amikor az ütközést követően együtt mozognak!
2. Terepen egy távoli tárgy távolságát szeretnénk meghatározni, két darab méterrúddal és egy mérőszalaggal. A méterrudakat úgy állítjuk, hogy a tárgy felé mutassanak és a négy végpont egy egyenlő szárú trapéz alkosson. A trapéz két párhuzamos oldala 100 cm és 96 cm. Milyen messze van az egyik méterrúd felénk eső végétől a tereptárgy? Mit mondhatunk a tárgy távolságáról, ha 2 mm-t tévedhetünk a kisebb távolság mérésekor? Vizsgáljuk meg a távolság meghatározásánál elkövetett hibát, ha a trapéz rövidebb oldalát 99 cm-nek mérjük!
3. A mérleghinta egyik oldalra elbillent rúdja helyezzünk egy testet, mely nyugalmából indulva súrlódásmentesen csúszni kezd. Sebessége minden 0,3 s alatt 0,1 m/s-mal nő. A hintát 1,2 s múlva, egy hirtelen mozdulattal úgy billentjük át a másik oldalra, hogy közben a test nem távolodik el a rúdtól. Hol lesz a test, és hogyan mozog az átbillentés után 0,9 s, illetve 1,5 s idő elteltével?

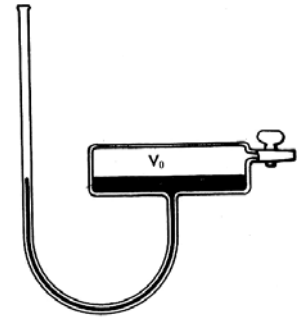


4. Egy  $L$  hosszúságú, egyenletes keresztmetszetű,  $m$  tömegű kötélt vízszintes, súrlódásmentes felületen fekszik. A kötelet, az egyik végénél fogva,  $F$  erővel a hossza irányában gyorsítjuk! Adjuk meg a kötélen fellépő erőt a kötélen mentén vett távolság függvényében grafikusán is! Hogyan változik a kötélen fellépő erő, ha a kötelet függőlegesen felfelé, állandó gravitációs térben mozgatjuk? Vizsgáljuk meg a kötélen ébredő erőt (a fenti esetekben) akkor is, ha a kötélt szabad végére egy  $M$  tömegű testet erősítünk. A test tömege fele a kötélenek, az erő 20%-kal nagyobb, mint a két testre ható nehézségi erő összege.
5. Mennyi munka szükséges a karácsonyfa feldöntéséhez? A karácsonyfa tömege 10 kg. Közelítsük a karácsonyfát egy homogén hengerhez (törzs) kapcsolódó homogén kúppal (korona), ahol a henger átmérője 10 cm, magassága 20 cm, sűrűsége  $500 \text{ kg/m}^3$ , a kúp átmérője 1 m, magassága 1,5 m. A karácsonyfa törzsét egy 6 cm magas, 24 cm átmérőjű henger alakú üreges, elhanyagolható tömegű műanyag talpba süllyesztjük. Hogyan változik a feldöntéshez szükséges munka, ha a talpat teletöltjük 2 l vízzel, és a töltőnyílást bezárjuk?

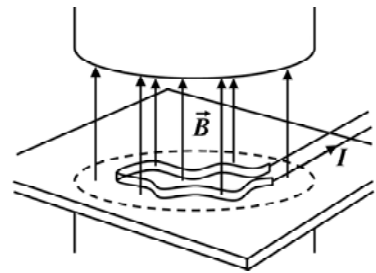


6. Oldjuk meg az 5. feladatot, és számoljuk ki, hogy az eldölt karácsonyfa felállításához mennyi munka szükséges!

7. Az ábrán látható tartály csapjához  $V_0$  térfogatú, légköri nyomású gázzal töltött zacskót illesztünk. A csapot kinyitjuk és a zacskó tartalmát a  $V_0$  térfogatú tartályba préseljük. A higanyszintek magasságkülönbsége 76 cm lesz. Elzárjuk a csapot és kicseréljük a zacskót egy másik  $V_0$  térfogatú, légköri nyomású gázzal töltött zacskóra. Újra kinyitjuk a csapot és ezt a gázt is belepréseljük a  $V_0$  térfogatba és elzárjuk a csapot. Mennyivel növekedett a higanyoszlop magassága? Végül kinyitjuk a csapot, amely az üres zacskót összeköti a tartállyal. Mennyivel csökken a higanyszintek különbsége? Miért lesz a higanyszintek különbsége kisebb, mint 76 cm? Az üvegcső hosszú, keresztmetszete kicsi, a hőmérséklet nem változik.



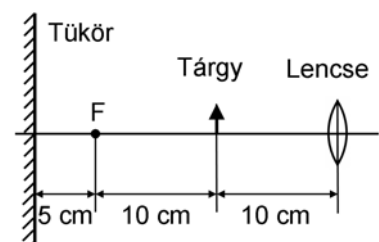
8. Egy állandó keresztmetszetű kapilláris cső egyik vége le van forrasztva. A vízszintesen fekvő csőben egy kis vízdugó által elzárt levegőben telített vízgőz is van. 40°C-on 25 cm a levegőoszlop hossza, 60°C-on 30,5 cm. Számoljuk ki a külső légnyomást! A telített vízgőz nyomása 40°C-on 7373 Pa, 60°C-on 19920 Pa.



9. Egy rugalmas,  $L_0$  hosszúságú gumiszalagot bevonunk fémes, vezető réteggel, és mágneses térbe helyezük, a végeit rögzítjük. Mi történik, ha a gumiszalagba az ábra szerint áramot vezetünk? Legyen  $B = 0,06$  T,  $I = 1,5$  A, a gumiszál rugóállandója  $D = 1$  N/m,  $L_0 = 20$  cm. Mi változna, ha az áram irányát megfordítanánk?

10. Egy vákuumcsőben, elhanyagolható kezdősebességről 5000 V potenciálkülönbséggel felgyorsított elektronnyaláb merőlegesen esik egy rögzített felületre. Mekkora erőt fejtenek ki az elektronok a felületre? Az elektroncsőbe belépő áram  $50\mu\text{A}$ , és az elektronok a lemezt elhanyagolható sebességgel hagyják el.

11. Az ábrán látható elrendezésben hol vannak a tárgy képei? A lencsén keresztül nézve, látjuk-e az összes képet? Mi a különbség, ha a szemünk a lencséhez közel, illetve attól távol van?



## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2006 / 2007

## MEGOLDÁSOK

Általános megjegyzések: A megoldókulcs elkészítésével segítséget kívánunk nyújtani a javításhoz. Igyekeztünk minél több részpontoszámot megjelölni, hogy a javítás minél inkább egységes lehessen. Természetesen az egyedi megoldások pontozását Önökre kell bízunk.

A feladatok megoldásánál a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  értéket használjuk. A megoldás  $g = 10 \text{ m/s}^2$  esetén is teljes értékűnek tekinthető.

## 1. feladat:

$$v_1 = 2 \text{ m/s}, v_2 = 1 \text{ m/s}, x_0 = 12 \text{ m}$$

Számoljuk ki, hogy hol és mikor találkozik a két test. Mivel a találkozásig egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek a testek:

$$x_1 - 0 = v_1 t_1$$

$$x_0 - x_1 = v_2 t_1$$

2 pont

Az egyenletrendszert megoldva:

$$t_1 = \frac{x_0}{v_1 + v_2} = \underline{\underline{4 \text{ s}}}$$

$$x_1 = \frac{x_0}{1 + \frac{v_2}{v_1}} = \underline{\underline{8 \text{ m}}}$$

2 pont

Teljesen rugalmas ütközés esetén igaz a lendület- és mozgásienergia-megmaradás törvénye. Tudván, hogy sebességet cserél a két test a megmaradási törvényeket felírva kapjuk:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = -m_1 v_2 + m_2 v_1$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_2^2 + \frac{1}{2} m_2 v_1^2$$

2 pont

Az egyenletrendszert megoldva kapjuk  $m_1 = m_2 = m$

1 pont

**(Ha a diák csak a megmaradási törvényekre hivatkozva felírja a tömegek egyenlőségét maximális pont adható, ha nem hivatkozik a megmaradási törvényekre -1 pont.)**

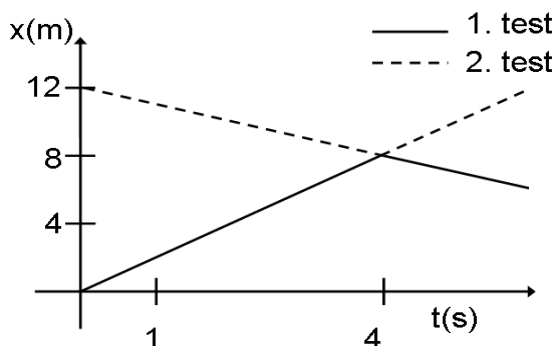
Tökéletes rugalmas ütközés esetén a hely-idő függvények az 1. ábra mutatja:

Tökéletesen rugalmatlan ütközés esetén a testek együtt mozognak. Ekkor is igaz a lendület-megmaradás törvénye.

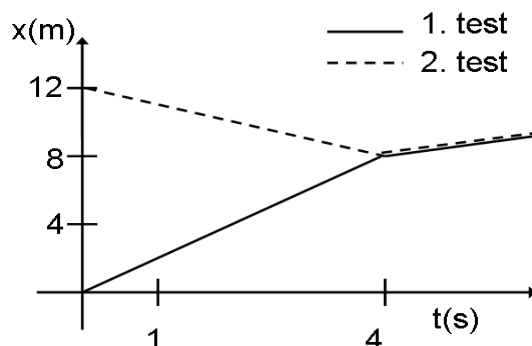
$$mv_1 - mv_2 = mv + mv \Rightarrow v = \frac{v_1 - v_2}{2} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3 pont

Tökéletes rugalmatlan ütközés esetén a hely-idő függvényeket a 2. ábra mutatja.



1. ábra: Tökéletesen rugalmas ütközés



2. ábra: Tökéletesen rugalmatlan ütközés

Grafikonok értékelése:

Tengelyek felirattal, beosztással, mértékegységgel

2+2 pont

Hely-idő függvények helyes ábrázolása

2+2 pont

Jól látszik melyik testhez melyik grafikon tartozik

1+1 pont

**2. feladat:**

A megoldás alapja a hasonló háromszögek oldalainak arányossága. **2 pont**

A jelöléseket az ábrán mutatjuk be. A háromszögek A csúcsnál levő szöge közös, és a vele szemközti oldalak párhuzamosak, így az ABC háromszög hasonló az ADE háromszöghöz, vagyis

$$\frac{AB}{AD} = \frac{BC}{DE}, \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

ahonnan:  $\frac{x-1 \text{ m}}{x} = \frac{y}{1 \text{ m}}.$

Átrendezve:  $x = \frac{1 \text{ m}^2}{1 \text{ m} - y}.$

Az első esetben ez  $x = 25 \text{ m}.$  **4 pont**

Ha a trapéz oldalának mérésekor 2 mm-t tévedünk, vagyis a valós hossz 96,2 cm, vagy 95,8 cm, **2 pont** akkor a távolságra rendre  $x = 26,3 \text{ m}$  vagy  $x = 23,8 \text{ m},$

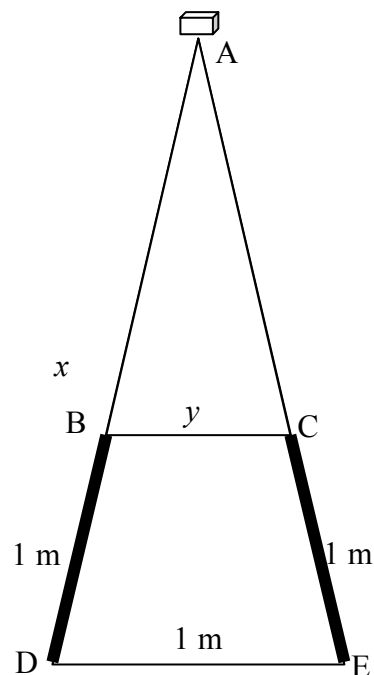
tehát a távolságmérés során elkövetett hiba  $\Delta x = 1,3 \text{ m}.$  **2 pont**

Ha a trapéz rövidebb oldalát 99 cm-nek mérjük, akkor a tárgy távolsága a méterrúd felénk eső végétől:  $x = 100 \text{ m}.$  **2 pont**

A 2 mm-es hibát figyelembe véve a távolság  $x = 125 \text{ m}$  vagy  $x = 83,3 \text{ m},$  **2 pont** tehát az elkövetett hiba  $\Delta x = 25 \text{ m}.$  **2 pont**

**Ha a hiba számításakor csak az egyik irányban való eltérést veszi figyelembe, a pont akkor is jár.**

Megjegyzés: a hiba pesszimista becslésekor az azonos mennyiség mérésekor meghatározott hibák közül a nagyobbát szoktuk megadni a mérés hibájaként.

**3. feladat:**

A test gyorsulása  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,3 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3 \text{ s}^2} = 0,333 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$  **2 pont**

A mozgás első szakaszában a test 0 kezdősebességről az előbbi gyorsulással mozog, 1,2 s-ig.

Ekkor sebessége és helyzete:  $v_0 = a \cdot t = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  és  $s_1 = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0,24 \text{ m}.$  **2+2 pont**

A másik szakaszban a gyorsulás ellentettjére változik, és a test az imént számított kezdősebességgel indul.

0,9 s elteltével sebessége  $v = v_0 - a \cdot t = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}},$  a kezdeti irányba mutat, **3+2 pont**

helyzete a kiindulóponttól  $s = s_1 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0,465 \text{ m}.$  **3 pont**

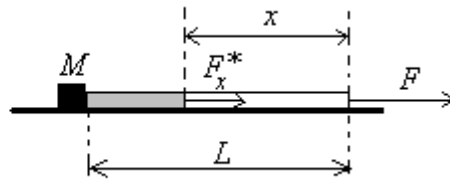
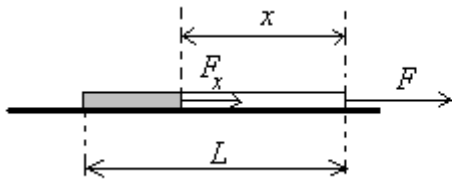
1,5 s után  $v = -0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}},$  az eredeti iránnyal ellentétes, helyzete  $s = 0,465 \text{ m},$  az előző

helyzettel megegyezik. **2+2+2 pont**

## 4. feladat:

$$F = 1,2(m+M)g = 1,2(m+0,5m)g = 1,8mg$$

A vízszintes mozgás esete:



Az ábrán látható jelöléseket használjuk. Vizsgáljuk az egész kötél mozgását, majd a kötelet két részre osszuk fel, és tanulmányozzuk a szürke részének mozgását:

Terhelés nélküli eset:

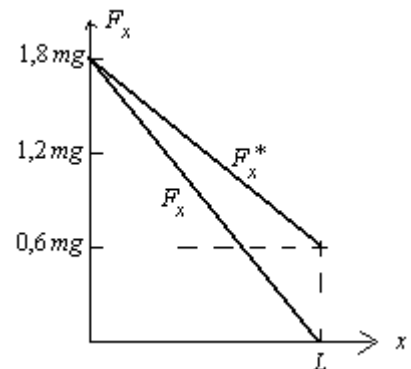
Az egész kötéltre:  $F = ma$ , innen  $a = \frac{1,8mg}{m} = \underline{\underline{1,8g}}$ .

A szürke részre:  $F_x = m \frac{L-x}{L} a = \underline{\underline{1,8mg(1-\frac{x}{L})}}$ . **3 pont**

Terhelés esetén:

Az egész kötéltre:  $F = (m+M)a^*$ , innen  $a^* = \frac{1,8mg}{1,5m} = \underline{\underline{1,2g}}$ .

A szürke részre:  $F^* = (m \frac{L-x}{L} + M)a^* = \underline{\underline{1,2mg(1,5-\frac{x}{L})}}$



**3 pont**

Az ábrázolásért

**2+2 pont**

**Ugyanilyen jó megoldás az is, amikor először felírjuk a jobb oldalon látható esetre a mozgásegyenleteket, melyből következik  $M=0$  esetben az első esetre vonatkozó megoldás.**

Függőleges mozgás esete:

Itt is érdemes lerajzolni a két esetet.

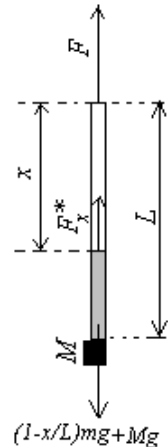
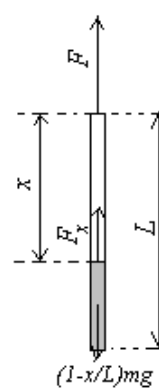
$M$  nélkül, függőleges mozgáskor az egész kötéltre és a szürke részre a mozgásegyenlet:

$$F - mg = ma, \text{ innen } a = \frac{F - mg}{m} = \underline{\underline{0,8g}}.$$

$$F_x - \frac{L-x}{L}mg = \frac{L-x}{L}ma = 0,8mg(1-\frac{x}{L}).$$

$$\text{Innen: } F_x = (1+0,8)mg\left(1-\frac{x}{L}\right) = \underline{\underline{1,8mg\left(1-\frac{x}{L}\right)}}.$$

**4 pont**



$$M \text{ terheléssel: } F - (m+M)g = (m+M)a^*, \text{ innen } a^* = \frac{F - 1,5mg}{1,5m} = \frac{1,8mg - 1,5mg}{1,5m} = \underline{\underline{0,2g}}.$$

$$F_x^* - ((1-\frac{x}{L})m + M)g = ((1-\frac{x}{L})m + M)a^*.$$

$$\text{Innen } F_x^* = ((1-\frac{x}{L})m + M)(a^* + g) = (1,5-\frac{x}{L})m \cdot 1,2g = \underline{\underline{1,2mg(1,5-\frac{x}{L})}}.$$

**4 pont**

A függvények pontosan megegyeznek a vízszintes helyzetben történő mozgáskor kapott függvényekkel.

**2 pont**

## 5. feladat:

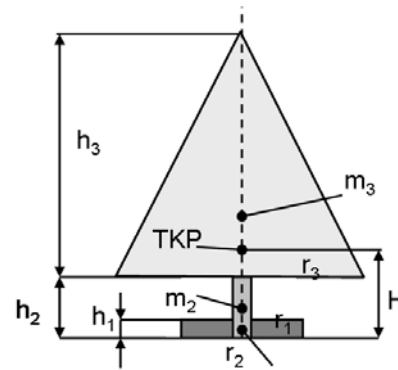
Az ábra jelöléseit használva:

$$h_1 = 6 \text{ cm}, h_2 = 20 \text{ cm}, h_3 = 150 \text{ cm}$$

$$r_1 = 12 \text{ cm}, r_2 = 5 \text{ cm}, r_3 = 50 \text{ cm}$$

$$V_1 = 2 \text{ l}$$

$$\rho = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Először számoljuk ki a törzs és a korona tömegét:

$$m_2 = \rho \cdot V = \rho \cdot r_2^2 \pi \cdot h_2 = 0,785 \text{ kg},$$

$$m_3 = m - m_2 = 9,215 \text{ kg}.$$

2 pont

A függvénytáblázatból kinézhető, hogy a kúp tömegközéppontja a szimmetriatengelyen az alaptól  $\frac{h_3}{4} = 37,5 \text{ cm}$  távolságban van. A henger tömegközéppontja a szimmetriatengelyen a

magasság felénél van, azaz mindkét alaptól  $\frac{h_2}{2} = 10 \text{ cm}$  távolságban. A karácsonyfa

tömegközéppontja a korona és a törzs tömegközéppontja közötti távolságot osztja a

tömegekkel fordított arányban. A törzs tömegközéppontjától  $\frac{m_3}{m} \left( \frac{h_3}{4} + \frac{h_2}{2} \right) = 43,77 \text{ cm}$

távolságban van, tehát  $H = 53,77 \text{ cm}$ .

4 pont

A karácsonyfára az általunk kifejtett erőn kívül a gravitációs erő és a nyomóerő hat. A fát addig kell forgatni amíg a tömegközéppontja a forgástengely fölé kerül, innentől kezdve magától feldől. A kezdeti állapottól a gravitációs erő munkája

$$W_g = mg(H - H'), \text{ a nyomóerő nem végez munkát, tehát nekünk}$$

$$W = -W_g = mg(H' - H) \text{ munkát kell végeznünk. (Feltételeztük,}$$

hogy a fa mozgási energiája nem változik lényegesen.)

$H'$  távolságot Pitagorasz-tételből határozhatjuk meg:

$$H' = \sqrt{H^2 + r_1^2} = 55,09 \text{ cm}$$

$$\text{Ahonnan } W = mg(H' - H) = 1,298 \text{ J} \approx \underline{1,3 \text{ J}} \quad \text{2 pont}$$

A karácsonyfa feldöntéséhez 1,3 J munkát kell végezni.

Ha a talpra vizet töltünk, akkor a tömegközéppont helyét

változtatjuk meg. A betöltött víz tömege:  $m_1 = 2 \text{ kg}$  A feladat szöveg szerint a vízzel

teletöltjük a talpat, azaz a víz tömegközéppontját a talp magasságának felénél van, a talajtól

$d = H - 3 \text{ cm} = 50,77 \text{ cm}$  távolságban van. Az eredő tömegközéppont ezt a távolságot osztja a

tömegekkel fordított arányban. A talp tömegközéppontjától  $\frac{m}{m_1 + m} d = 42,31 \text{ cm}$  távolságban

van, tehát az eredő tömegközéppont a talajtól  $H_1 = 45,31 \text{ cm}$  távolságban van.

4 pont

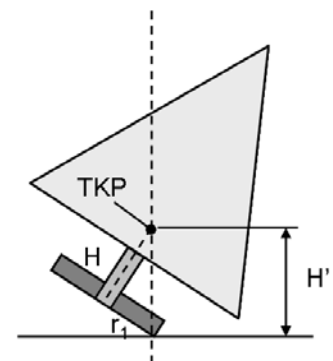
Az előző gondolatmenetet megismételve kapjuk, hogy

$$H_1' = \sqrt{H_1^2 + r_1^2} = 46,87 \text{ cm},$$

$$W_1 = (m + m_1) g(H_1' - H_1) = 1,837 \text{ J} \approx \underline{1,8 \text{ J}}.$$

2 pont

A karácsonyfa feldöntéséhez 1,8 J munkát kell végezni.

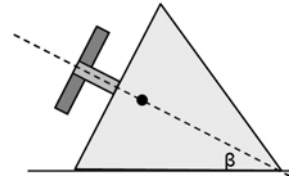


A várakozásnak megfelelően, ha a talpba vizet töltünk több munkát kell végezni a fa feldöntéséhez. Ugyanis mélyebbre került a tömegközéppont, így nagyobb tömeget kell magasabbra emelnünk.

Megjegyzés: A tömegközéppont magassága a

$$H = \frac{m_2 \frac{h_2}{2} + m_3 \left( \frac{h_3}{4} + h_2 \right)}{m} = 53,77 \text{ cm}$$

képlettel közvetlenül is meghatározható.



### 6. feladat:

A feladat első felének megoldása megegyezik az 5. feladat megoldásával.

**Pontozzuk le az eddigi munkát a fentiek szerint, és az 5.feladatra kapott pontszámot szorozzuk meg 0,6-tal, és kerekítsük egészre.**

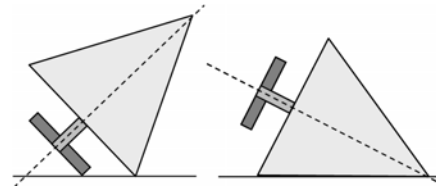
Az ábra jelöléseit használva:

$$h_1 = 6 \text{ cm}, h_2 = 20 \text{ cm}, h_3 = 150 \text{ cm}$$

$$r_1 = 12 \text{ cm}, r_2 = 5 \text{ cm}, r_3 = 50 \text{ cm}$$

$$V_1 = 2 \text{ l}$$

$$\rho = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Először el kell dönteni, hogy miután eldőlt a karácsonyfa az ábrákon látható két eset közül, melyik helyzetből kell felállítani. Vizsgáljuk meg, melyik helyzet stabil egyensúlyi helyzete a fának!

*1. eset:* Az ábrán  $\alpha$ -val jelölt szögek egyenlők, mert azonos állású szögek illetve merőleges szárú szögek. A derékszögű háromszögekben a megfelelő szögfüggvényeket felírva:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r_3 - r_1}{h_2} = 1,9 \Rightarrow \alpha = 62,24^\circ,$$

$$x = H \cdot \cos \alpha - r_1 \cdot \sin \alpha = 14,42 \text{ cm},$$

$$\text{abban az esetben, amikor a talpat teletöltöttük: } x_1 = H_1 \cdot \cos \alpha - r_1 \cdot \sin \alpha = 10,48 \text{ cm}.$$

Ez azt jelenti, hogy a tömegközéppont mindkét esetben a talp és a korona érintkezési pontja között helyezkedik el. Tehát a helyzet stabil egyensúlyi helyzet. A tömegközéppont magassága a két esetben:

$$H^* = H \sin \alpha + r_1 \cos \alpha = 53,17 \text{ cm} \text{ és } H_1^* = H_1 \sin \alpha + r_1 \cos \alpha = 45,68 \text{ cm}.$$

A felállításhoz szükséges munka:

$$W^* = mg(H' - H^*) = 1,88 \text{ J} \text{ ill. } W_1^* = (m + m_1)g(H_1' - H_1^*) = 1,4 \text{ J}.$$

**4 pont**

*2. eset:* Számoljuk ki a tömegközéppont és a fa csúcsa közötti távolságot:

$$d = h_2 + h_3 - H = 116,23 \text{ cm}, d_1 = h_2 + h_3 - H_1 = 124,69 \text{ cm}.$$

Jól látható, hogy mindkét esetben a tömegközéppont a koronában van. Az ábrát megnézve megállapíthatjuk, hogy mindkét esetben stabil egyensúlyi helyzetben van a fa. A derékszögű háromszögekben a megfelelő

$$\text{szögfüggvényeket felírva kiszámolhatjuk } \beta \text{ értékét: } \operatorname{tg} \beta = \frac{r_3}{h_3} = 0,33 \Rightarrow \beta = 18,43^\circ \text{ és a}$$

tömegközéppont magasságát:  $H^* = d \cdot \sin \beta = 36,75 \text{ cm}$ ,  $H_1^* = d_1 \cdot \sin \beta = 39,42 \text{ cm}$ . A fa felállításához szükséges munka:

$$W^* = mg(H' - H^*) = 18,0 \text{ J} \text{ ill. } W_1^* = (m + m_1)g(H_1' - H_1^*) = 8,77 \text{ J}.$$

**4 pont**

**7. feladat:**

A kezdeti állapotban a tartályban és a hozzá csatlakozó csőben levő higanyszintek magassága megegyezik, vagyis a tartályban a nyomás megegyezik a légköri nyomással.

**1 pont**

A tartályban levő gáz állapotjelzői:  $p_0, V_0, T_0, N_0$ , a gáztörvény alapján:  $N_0 = \frac{p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0}$ .

Ha a tartályba beprésselünk még  $V_0$  térfogatú gázt, akkor a tartályban levő gázmennyiség

$$N_1 = \frac{p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0} + \frac{p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0} = \frac{p_1 \cdot V_0}{k \cdot T_0}, \text{ vagyis az új nyomás } p_1 = 2 p_0.$$

**2 pont**

A higanyszint emelkedése a külső és belső nyomáskülönbségnek felel meg. A légköri nyomás tehát 76 cm magasságú higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával tart egyensúlyt.

A második zacskó tartalmának betöltésekor

$$N_2 = \frac{p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0} + \frac{2p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0} = \frac{p_2 \cdot V_0}{k \cdot T_0}, \text{ ahonnan } p_2 = 3 p_0.$$

**4 pont**

A higanyoszlop magassága a légköri nyomás duplájával kell egyensúlyt tartson, ami 152 cm magas oszlop hidrosztatikai nyomásának felel meg, vagyis a higanyszint újabb 76 cm-t emelkedik.

**4 pont**

Amikor a csapot kinyitjuk a  $3 p_0$  nyomású tartály és az üres zacskó között, akkor a gáz kitölti a rendelkezésre álló  $2 V_0$  térfogatot, vagyis

$$N_2 = \frac{3p_0 \cdot V_0}{k \cdot T_0} = \frac{p_3 \cdot 2V_0}{k \cdot T_0}, \text{ ahonnan } p_3 = 1,5 p_0.$$

**4 pont**

A higanyoszlop aljára és tetejére nehezedő nyomások különbsége a légköri nyomás fele, így magassága 38 cm.

**4 pont**

Az első zacskó betöltése utáni állapothoz képest a higanyszint csökkent, hiszen az utolsó lépésben több gáz távozott a tartályból, mint amit a zacskóból a második lépésben beletöltöttünk.

**1 pont****8. feladat:**

Adatok:  $T_1 = 40^\circ\text{C} = 313 \text{ K}$ ,  $l_1 = 25 \text{ cm}$ ,  $p_{g1} = 7373 \text{ Pa}$ ,  $T_2 = 60^\circ\text{C} = 333 \text{ K}$ ,  $l_2 = 30,5 \text{ cm}$ ,  $p_{g2} = 19920 \text{ Pa}$ , a cső keresztmetszetét jelöljük  $A$ -val.

A külső légnyomás  $p_0 = ?$

Legyen a bezárt levegő anyagmennyisége  $n = N/N_A$ , ahol  $N$  a bezárt levegőmolekulák száma, mely a kísérlet során nem változik. A bezárt térben levő vízgőz molekulák száma  $N_{v1}$  és  $N_{v2}$ . Felírjuk mindkét hőmérsékleten az állapotegyenletet, a gőzt ideális gázzal közelítve:

$$p_0 l_1 A = (N + N_{v1}) k T_1,$$

$$p_0 l_2 A = (N + N_{v2}) k T_2.$$

**3 pont**

A vízgőz parciális nyomását felhasználva, felírhatjuk a két állapotban a bezárt vízgőzre az állapotegyenletet:

$$p_{g1} l_1 A = N_{v1} k T_1,$$

$$p_{g2} l_2 A = N_{v2} k T_2.$$

**3 pont**

Az azonos állapotokra vonatkozó egyenleteket vonjuk ki egymásból:

$$(p_0 - p_{g1}) l_1 A = N k T_1,$$

$$(p_0 - p_{g2}) l_2 A = N k T_2,$$

**4 pont**

Ezekből az egyenletekből  $\frac{Nk}{A}$ -t kifejezve és a másik oldalakat egyenlővé téve kapjuk, hogy:

$$\frac{(p_0 - p_{g1})V_1}{T_1} = \frac{(p_0 - p_{g2})V_2}{T_2},$$

2 pont

$$\text{innen } \frac{(p_0 - p_{g1})}{(p_0 - p_{g2})} = \frac{V_2}{V_1} \frac{T_1}{T_2} = \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2}.$$

$$\text{Ezt alakítva } (p_0 - p_{g1}) = \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2} (p_0 - p_{g2}), \left(1 - \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2}\right) p_0 = p_{g1} - \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2} p_{g2} \rightarrow$$

$$p_0 = \frac{p_{g1} - \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2} p_{g2}}{1 - \frac{l_2}{l_1} \frac{T_1}{T_2}},$$

5 pont

$$p_0 = \frac{-15470 \text{ Pa}}{-0,147} = \underline{\underline{1,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}}}.$$

3 pont

Egy, egyszerűbb megoldás is kívánczik. Használjuk fel, hogy a bezárt levegő nyomása mindig a külső légnyomás és a víz telített gőze nyomásának a különbsége lesz.

Írjuk fel a bezárt levegőre az egyesített gáztörvényt, akkor azonnal a következő egyenletre

$$\text{jutunk: } \frac{(p_0 - p_{g1})V_1}{T_1} = \frac{(p_0 - p_{g2})V_2}{T_2}, \text{ majd oldjuk meg a fentiek szerint. Ez a megoldás is}$$

teljes értékű.

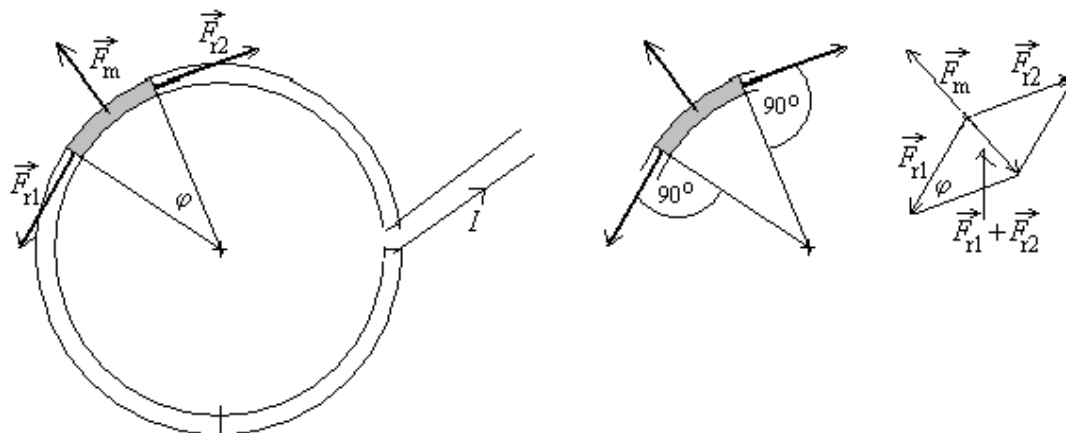
### 9. feladat:

Adatok:  $B = 0,06 \text{ T}$ ,  $I = 1,5 \text{ A}$ ,  $D = 1 \text{ N/m}$ ,  $L_0 = 20 \text{ cm}$ .

Ha a szalag bármely részén felvesszünk egy kicsi szakaszt, amely már jó közelítéssel egyenesnek tekinthető, és meghatározzuk a mágneses tér által kifejtett erőt, azt kell megállapítanunk, hogy a kicsi darabra is és a mágneses indukcióra is merőleges, a hurokból kifelé mutat. A hurkot tágitani fogja, a szál rugalmassága miatt szimmetrikusan kör alakúra feszül ki.

4 pont

Vizsgáljuk meg egy kis körívre ható erőket:



ábra az erőkkel: 4 pont

Az ábrán a  $\varphi$  szöget sokkal kisebbnek kell elgondolni, itt csak az ábrázolás megkönnyítése miatt ilyen nagy. A szürke vezetékdarabra a mágneses erőn kívül a szalagban ébredő erő hat, ez a két végen, arra merőlegesen lép fel, és ez a két, a szál rugalmas feszültségéből eredő két



erő merőleges a vezetékdarab végeihez húzott sugarakra, és egymással egyenlő nagyságúak. A három erő hatására a kijelölt vezetékdarab egyensúlyban van. A három erő támadáspontja nem esik egybe, de hatásvonaluk egy pontban metszi egymást. Az ábra zsúfoltságának elkerülése érdekében rajzoljuk le egy kiválasztott pontba a három erőt (jobb oldali ábrarészlet).

És most kell felhasználnunk, hogy a  $\varphi$  szög nagyon kicsi:

A vezetékdarab egyensúlyban van, ezért:

$$F_m = |\vec{F}_{r1} + \vec{F}_{r2}|. \quad 2 \text{ pont}$$

Ha a szöget radiánban mérjük és értéke kicsi, akkor az egyenlő szárú háromszög alapja közelíthető egy körívvel  $|\vec{F}_{r1} + \vec{F}_{r2}| \approx F_{r1} \cdot \varphi$ ,

$$\text{vagy azt is írhatjuk, hogy } |\vec{F}_{r1} + \vec{F}_{r2}| = 2F_{r1} \sin \frac{\varphi}{2} \approx F_{r1} \cdot \varphi. \quad 2 \text{ pont}$$

A mágneses erő:  $F_m = B \cdot I \cdot \Delta L$ , és használjuk fel, hogy  $\Delta L = r \cdot \varphi$ . 2 pont

A két összefüggésből:

$$F_{r1} \cdot \varphi \approx B \cdot I \cdot r \cdot \varphi,$$

$$F_{r1} \approx B \cdot I \cdot r.$$

Ez a feszítőerő akkor ébred a szalagban, ha az  $\Delta L$ -lel megnyúlik. Határozzuk meg ezt a megnyúlását:

$$F_{r1} = |-D\Delta L| \approx B \cdot I \cdot r, \text{ azaz } \Delta L \approx \frac{B \cdot I \cdot r}{D} = \underline{2,86 \text{ mm}}. \quad 2 \text{ pont}$$

Kiszámítható a szalag kezdeti hosszából, árammentes esetben lehetséges sugara ( $r_0$ ), amely a kiinduló ábra szerint nem valósul meg)  $r_0 = 31,83 \text{ mm}$ .

Kifeszített, árammal átjárt esetben a sugár:  $r = 32,29 \text{ mm}$  lesz, a szalag hossza pedig:

$$L = L_0 + \Delta L = \underline{\underline{20,286 \text{ cm}}}. \quad 2 \text{ pont}$$

**akár  $r$  akár  $L$  megadásakor jár a pont**

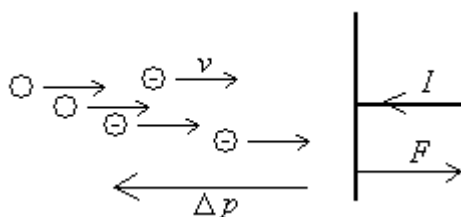
Ha megfordítjuk az áram irányát, akkor a szalag részeire az előző szimmetria-középpont felé fog mutatni az erő. Az bizonyosan állítható, hogy megváltozik a szalag alakja. Esetleg megcsavarodik a két rögzítési pont körül és zárlat keletkezik, nem folyik rajta áram, nincs mágneses erő.

Összelapul egymáshoz a két fémszalag, és ha nem lenne zárlat, akkor ezek taszítják egymást, a külső mágneses tér hatására ez az állapot is megmaradhat. Kevésbé valószínű, hogy ez megvalósul.

2 pont

#### 10. feladat

$U = 5000 \text{ V}$ ,  $I = 50 \mu\text{A}$ ,  $m_{el} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $Q_{el} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Kérdés:  $F = ?$



A felgyorsított elektronok a lemezhez kötött vezetéken keresztül zárják az áramkört, és a vezetéken elhanyagolható sebességgel haladnak. A becsapódáskor megváltozik az impulzusuk (lendületük), ezt a lemez által kifejtett erőlkedés okozza, az ehhez tartozó ellenerő hat a lemezre.

3 pont

Az elektronokon a katódból való kilépésük utáni gyorsító tér munkát végez, ezzel mozgási energiájuk megváltozik, ebből kiszámítható a becsapódás előtti sebességük, impulzusuk:

$$Q \cdot U = \frac{1}{2} m_{el} v^2, \text{ innen } v = \sqrt{\frac{2QU}{m_{el}}} = 4,19 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \text{3 pont}$$

Még megengedhető a klasszikus számolás.

$$\text{És } p = m_{el} \cdot v = \sqrt{2QUm_{el}} = 3,813 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}. \quad \text{1 pont}$$

Az erőhatást a  $\Delta t$  idő alatt becsapódó  $\Delta N$  számú elektron impulzusváltozásából határozzuk meg.

$$\Delta N \cdot t \text{ az áramerősség határozza meg: } \Delta N = \frac{I \Delta t}{Q}. \quad \text{2 pont}$$

$$\text{egy elektronra az impulzusváltozás: } |\Delta p| = |0 - p| = p. \quad \text{2 pont}$$

A lemezre ható erő irányát az ábra mutatja,

$$\text{ nagysága: } F = \frac{\Delta(N \cdot p)}{\Delta t} = \quad \text{4 pont}$$

$$= \frac{|0 - (\Delta N) p|}{\Delta t} = \frac{\Delta N}{\Delta t} p = \frac{\Delta N Q}{\Delta t} \frac{p}{Q} = I \frac{p}{Q} = I \sqrt{\frac{2Um_{el}}{Q}}. \quad \text{2 pont}$$

$$\underline{\underline{F = 1,19 \cdot 10^{-8} \text{ N}}}. \quad \text{3 pont}$$

#### 11. feladat:

$$f = 20 \text{ cm}, t_1 = 10 \text{ cm}, d = 5 \text{ cm}$$

Az ábrán látható hogyan szerkeszthetők meg a képek. A tárgyról 3 kép keletkezik.  $K_1$ ,  $K_2$  és  $K_3$

**4 pont**

A  $K_1$  kép helyzetét a lencsetörvényből számolhatjuk.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{k_1} \Rightarrow k_1 = \frac{f \cdot t_1}{t_1 - f} = \underline{\underline{-20 \text{ cm}}}$$

A negatív előjel virtuális képet jelent.

**4 pont**

A tárgyról a tükör is készít egy virtuális képet a tükör mögött 15 cm távolságban  $K_2$ , azaz a lencsétől  $t_2 = 40 \text{ cm}$  távolságban.

**3 pont**

Ez a kép a lencse leképezi, a  $K_3$  kép képtávolságát a lencsetörvényből kapjuk.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t_2} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k_2 = \frac{f \cdot t_2}{t_2 - f} = \underline{\underline{40 \text{ cm}}} \quad \text{4 pont}$$

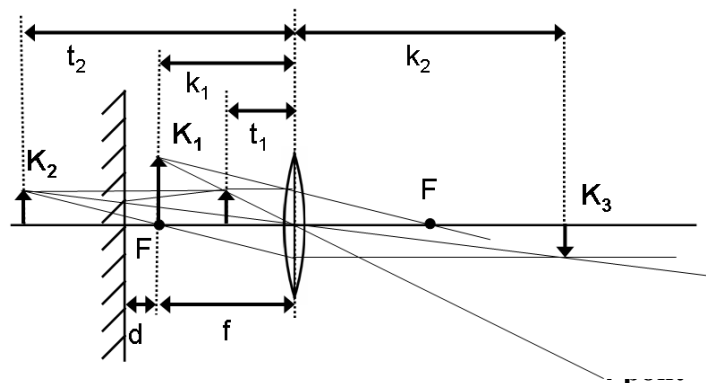
A lencse felől belenézve nyilván csak két képet láthatunk  $K_1$  és  $K_3$ .

Ha messze vagyunk a lencsétől, akkor mindkét képet láthatjuk.

**2 pont**

A  $K_3$  képet akkor látjuk jól, ha a képtől legalább a tisztalátás távolságából nézünk vissza. Ha a lencséhez közelebb vagyunk, mint a  $K_3$  kép, akkor a szemünk a sugarakat a retina elé képezi le, (éles) képet nem láthatunk. A lencséhez közel csak  $K_1$  képet látjuk

**3 pont**



*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
2007

**EREDMÉNYEK**

9. évfolyam

| Helyezés    | Név               | Iskola                                           | Szaktanár                   |
|-------------|-------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>I.</b>   | Nagymihály Márk   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Csányi Sándor               |
| <b>II.</b>  | Körmöczy László   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Dr. Mező Tamás              |
| <b>III.</b> | Lénárt Tamás      | Verseyhy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok            | Pécsi István                |
| <b>IV.</b>  | Albert Zsombor    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Csányi Sándor               |
| <b>IV.</b>  | Cseppentő Lajos   | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok              | Balogh Béla                 |
| <b>V.</b>   | Csala Dániel      | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                 |
| <b>V.</b>   | Seller Tamás      | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Csányi Sándor               |
| <b>VI.</b>  | Kelecsényi Nándor | Erkel Ferenc Gimnázium, Gyula                    | Dr. Pomuczne Nagy<br>Ildikó |
| <b>VI.</b>  | Bozsik Balázs     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Csányi Sándor               |

10. évfolyam

| Helyezés    | Név           | Iskola                                           | Szaktanár                         |
|-------------|---------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>I.</b>   | Kovács Máté   | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Dr.Kovács László                  |
| <b>II.</b>  | Szűcs Gergely | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Dr. Mező Tamás                    |
| <b>III.</b> | Török Balázs  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged              | Dr. Mező Tamás                    |
| <b>IV.</b>  | Deák Zsolt    | Verseyhy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok            | Szécsiné Festő-<br>Hegedűs Margit |
| <b>V.</b>   | Petróczy Dóra | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Tóth Károly                       |
| <b>VI.</b>  | Simon Károly  | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged | Dr.Kovács László                  |

## 11. évfolyam

| Helyezés    | Név             | Iskola                                             | Szaktanár      |
|-------------|-----------------|----------------------------------------------------|----------------|
| <b>I.</b>   | Szolnoki Lénárd | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter |
| <b>II.</b>  | Pósfay Péter    | Bolyai János Gimnázium,<br>Kecskemét               | VinczeZoltán   |
| <b>III.</b> | Pósfai Gergely  | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged   | Győri István   |
| <b>IV.</b>  | Földes Tamás    | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok              | Lapu Béla      |
| <b>V.</b>   | Farkas Tamás    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                | Dr. Mező Tamás |
| <b>V.</b>   | Tóth László     | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter |
| <b>VI.</b>  | Batha Dávid     | Bolyai János Gimnázium,<br>Kecskemét               | VinczeZoltán   |
| <b>VI.</b>  | Szatmári Tamás  | SZTE Ságvári Endre Gyakorló<br>Gimnázium, Szeged   | Győri István   |
| <b>VI.</b>  | Deli Gábor      | Eötvös József Középiskola, Heves                   | Kis Tamás      |

## 12. évfolyam

| Helyezés      | Név                     | Iskola                                                  | Szaktanár                     |
|---------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>I-II.</b>  | Kőrösi Márton           | Szent-Györgyi Albert<br>Gimnázium, Békéscsaba           | Varga István                  |
| <b>I-II.</b>  | Nyíri Dávid             | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma      | Tófalusi Péter                |
| <b>III-V.</b> | Pósa László             | Bethlen Gábor Református<br>Gimnázium, Hódmezővásárhely | Kérdő Mártonné,<br>Nagy Tibor |
| <b>III-V.</b> | Roósz Gergő             | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                     | Dr. Mező Tamás,<br>Mike János |
| <b>III-V.</b> | Sárkány Lőrinc          | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                     | Dr. Mező Tamás                |
| <b>V.</b>     | Tanács Ferenc<br>József | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged                     | Dr. Mező Tamás                |
| <b>V.</b>     | Mészáros Balázs         | József Attila Gimnázium, Makó                           | Kürtösi Balázs                |
| <b>VI.</b>    | Tirják Márk             | Rózsa Ferenc Gimnázium,<br>Békéscsaba                   | Székely Erzsébet              |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny 2007 / 2008**  
**2008. január 24. 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>**

A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie. Bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható, mobiltelefon, internet nem. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.

*Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és a feladatok kitűzői:  
Hilbert Margit, Sarlós Ferenc és Varjú Katalin*

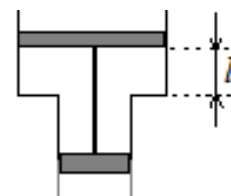
*A kitűzött feladatok:*

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| 9. évfolyam  | <b>1, 2, 3, 4</b>  |
| 10. évfolyam | <b>4, 5, 6, 7</b>  |
| 11. évfolyam | <b>6, 8, 9, 10</b> |
| 12. évfolyam | <b>5, 8, 9, 10</b> |

1. Sík üveglapra párologtatott fémréteget szeretnénk egyenes mentén elvágni. A feladathoz egy 5kHz-es impulzus üzemű lézert (5000-szer villan minden másodperc alatt) használunk, amely minden felvillanásakor annyi energiát bocsát ki, amellyel a fémrétegen lyukat lehet égetni. Az üveglapot egy motorizált eltolóval mozgatni tudjuk a lézerfény alatt 2 cm/s, vagy 3 cm/s sebességgel. Milyen távol lesznek egymástól a fényimpulzusok által létrehozott foltok középpontjai? Az egyik esetben összefüggő lesz a vágat, a másikban különálló lyuksort látunk. Mekkora az egyetlen villanással keletkező lyuk sugara?
2. Egy 12 tonnás vontatóhajó három – egyenként 30 tonnás – uszályt vontat állandó, 4 m/s sebességgel. A vontatóhajónak le kell győznie a víz ellenállása miatt keletkező erőt, mely az egyes uszályokra 2 kN, míg a vontatóhajóra 1,5 kN nagyságú. Ha az utolsó uszály vontatókötele elszakad, mekkora gyorsulással ugrik meg a vontatóhajó? Mekkora sebességre gyorsul fel, ha a vontatóhajó teljesítménye nem változik és a közegellenállási erők a sebesség négyzetével arányosak?
3. Egy néptelen, egyenes úton villanyrendőr felé a megengedett maximális 50 km/h sebességgel haladunk. A kereszteződéstől 100 méterre látjuk a visszaszámláló óráról, hogy 10 s múlva fog zöldre váltani a lámpa. Ekkor levesszük lábunkat a gázpedálról és motorfékkel haladunk tovább, majd egy alkalmas pillanatban gyorsítani kezdünk, állandó gyorsulással. Minimális idővesztéssel szeretnénk a kereszteződésen átjutni. Mekkora gyorsulással és melyik pillanatban kezdjük el gyorsítani? Mennyi időt nyerhetünk ezen az útszakaszon ahhoz képest, ha a zöldet a lámpánál állva váránk meg? Rajzoljuk fel a sebesség-idő grafikont! Az álló kocsinak 100 km/h-ra való felgyorsulásához minimálisan 10 s kell, ha közben a gyorsulása állandó, motorfékkel 50 km/h sebességről 30 km/h-ra 50 m úton lassul le.
4. Autópályán a külső vagy a belső sávban haladva juthatunk gyorsabban túl a kanyaron egy sáv közepén maradván, a 130 km/h sebességhatár betartása mellett? Hogyan aránylanak egymáshoz a körívek megtételéhez minimálisan szükséges idők? A pálya vízszintes síkban fekszik, a kanyarban a belső ív középvonala egy 1000 m sugarú íven fekszik, egy-egy sáv szélessége pedig 3,75 m. Keressük meg a választ csúszós úton, ahol a tapadási tényező 0,08; illetve száraz úton, ahol a tapadási tényező 0,4! Egy negyed körívnyi kanyaron való átjutáshoz mennyi idő szükséges?

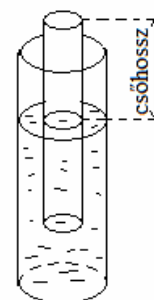
5. A laboratóriumban áll egy  $\text{CO}_2$ -dal töltött 27 literes palack. A palack biztonságos tárolásához ki kell kötni a tömegközéppontja felett. Határozzuk meg a tömegközéppont magasságát! A hőmérséklet  $25^\circ\text{C}$ , ezen a hőmérsékleten a  $\text{CO}_2$  telített gőzének nyomása  $6404 \text{ kPa}$ , a gőz sűrűsége  $238 \text{ kg/m}^3$ , a folyadéké pedig  $714 \text{ kg/m}^3$ . A henger alakú, üres palack tömege  $45 \text{ kg}$ , magassága  $115 \text{ cm}$ , a töltőtömeg  $13 \text{ kg}$ . Milyen töltőtömeg mellett van legmagasabban a palack tömegközéppontja?

6. Egy függőleges helyzetű,  $A$  és  $2A$  keresztmetszetű csövekből készített hengeres edényben, két - merev rúddal összekötött - dugattyú között  $n$  mol levegő van. A rúd hossza  $2l$ , a dugattyúk kezdetben a toldástól  $l$  távolságra vannak egyensúlyban. Mennyit mozdulnak el a dugattyúk, ha a gáz hőmérséklete  $\Delta T$ -vel változik? A külső légnyomás  $p_0$ , a felső dugattyú  $m_1$ , az alsó  $m_2$  tömegű.



7. Egy párasító berendezés percnként  $30 \text{ g}$ ,  $20^\circ\text{C}$ -os vizet a forráspontra melegít, majd elpárologtatja azt. Mennyi a felvett teljesítménye, ha a hatásfoka  $70\%$ -os? Az újabb párasító berendezések hideg vízpárát állítanak elő, ultrahang segítségével:  $1 \mu\text{m}$  átmérőjű vízcseppeket juttatnak a levegőbe. A víz cseppekre bontásához szükséges munka egyenesen arányos a folyadék felületének növekedésével, ahol a felületi feszültségnek nevezett arányossági tényező  $0,073 \text{ J/m}^2$ . Ez a készülék  $3 \text{ g}$  vizet juttat a levegőbe percnként. Mekkora a víz cseppekre bontására fordított teljesítmény? A cseppek kijuttatását egy ventillátor végzi és az ultrahangot előállító berendezés is veszteséges. A  $30 \text{ W}$ -os ultrahangos készülék a felvett elektromos teljesítményének hány százalékát használja fel a víz felszínének növelésére, azaz a cseppekre bontásra?
8. Egy  $1 \text{ mm}$  átmérőjű,  $5 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$  fajlagos ellenállású, szigetelt vezetéken  $5 \text{ A}$  áram folyik. A szigetelő anyag  $0,2 \text{ W/mK}$  hővezetőképességű és  $0,1 \text{ mm}$  vastagságú. Becsüljük meg a szigetelő anyag belső és külső felülete közötti hőmérsékletkülönbséget! Használjuk fel azt, hogy hővezetéssel időegység alatt átjutó hő csak a felület nagyságától, a réteg vastagságától és a réteg határain lévő hőmérséklet-különbségtől függ. Adjon egy jó becslést a fenti kérdésre, ha a szigetelő vastagsága  $2 \text{ mm}$ ! A vastagabb szigetelésnél célszerű a szigetelőanyagot rétegekre bontani!

9. Egy  $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$  tömegű,  $-3,0 \mu\text{C}$  töltésű részecske mágneses mezőben mozog, a mágneses indukció a  $+z$ -tengely irányába mutat, nagysága  $0,4 \text{ T}$ . Amikor a részecske az origóban van, akkor a  $+x$ -tengely irányába,  $200 \text{ m/s}$  sebességgel mozog. Az origóból indulva,  $0,5 \text{ méter}$  út megtétele után hol lesz a részecske, mekkora és milyen irányú lesz ezen a helyen a sebessége? Mennyi idő kellett a  $0,5 \text{ m}$  út megtételéhez?



10. A rezonancia-csőves kísérletben egy  $512 \text{ Hz}$  frekvenciájú hangvillát tartunk egy folyadékba süllyesztett cső fölé. A mérés közben a csövet függőlegesen, le-föl mozgatjuk. Az első rezonanciát akkor tapasztaljuk, ha a cső vízből kilógó hossza  $13,6 \text{ cm}$ , a másodikat  $43,5 \text{ cm}$ -nél. Számoljuk ki a hangsebességet és a cső végkorrekcióját! A cső végkorrekciója azt mutatja meg, hogy az első duzzadó hely a csőből mennyivel „lóg ki”.

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

### MEGOLDÁSOK

**Általános megjegyzések:** A megoldókulcs elkészítésével segítséget kívánunk nyújtani a javításhoz. Igyekeztünk minél több részpontoszámot megjelölni, hogy a javítás minél inkább egységes lehessen. Természetesen az egyedi megoldások pontozását Önökre kell bízunk.

A feladatok megoldásánál a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  értéket használjuk. A megoldás  $g = 10 \text{ m/s}^2$  esetén is teljes értékűnek tekinthető.

#### 1. feladat:

$$v_1 = 2 \text{ cm/s} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}, v_2 = 3 \text{ cm/s} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}, f = 5 \text{ kHz}$$

$$\text{Két felvillanás között eltelt idő } \Delta t = \frac{1}{f} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}, \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$

A foltok középpontjainak távolsága

$$\Delta x_1 = v_1 \Delta t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad \Delta x_2 = v_2 \Delta t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}. \quad \mathbf{3+3=6 \text{ pont}}$$

Feltételezzük, hogy a lézer felvillanásának az ideje nagyon rövid, így a keletkező lyuk mérete nem függ az asztal sebességétől (ez így is van): a szöveg azt sugallja, hogy egy-egy lyuk közelíthető kör alakkal.

Összefüggő vágat akkor keletkezhet, ha a két szomszédos lyuk átfedi egymást, azaz a középpontjaik távolsága kisebb, mint a sugár kétszerese, különálló lyukak pedig akkor keletkeznek, ha a középpontjaik távolsága nagyobb, mint a sugár kétszerese:

$$\Delta x_1 < 2r < \Delta x_2.$$

Vagyis a sugár nagyobb, mint  $2 \text{ } \mu\text{m}$ , és kisebb, mint  $3 \text{ } \mu\text{m}$ .

**2\*5=10 pont**

#### 2. feladat:

$$m_1 = 12 \text{ t} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ kg}, m_2 = 30 \text{ t} = 3 \cdot 10^4 \text{ kg}, v_1 = 4 \text{ m/s}, F_1 = 1,5 \text{ kN}, F_2 = 2 \text{ kN}$$

Kezdetben a mozgás sebessége állandó, ezért az eredő erő zérus. Ebből meg tudjuk határozni a vontatóhajó húzóerejét:

$$F_h = F_1 + F_2 + F_2 + F_2 = 7,5 \text{ kN},$$

Az utolsó uszály leszakadásakor még nem változott meg a sebesség, ezért az

ellenállási erők nem változnak meg. Kiszámolható a kezdeti gyorsulás:

$$F_h - (F_1 + F_2 + F_2) = (m_1 + m_2 + m_2) a, \quad a = \frac{2 \text{ kN}}{72 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 0,028 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,8 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}. \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

Miközben gyorsul a megmaradt rész, egyre nagyobb lesz a közegellenállási erő, ezért a gyorsulás csökken egészen addig, amíg a húzóerő egyenlő lesz az új ellenállási erők összegével. Használjuk fel, hogy a közegellenállási erő arányos a sebesség négyzetével:

$$\frac{F_1^*}{F_1} = \frac{v^2}{v_0^2}, \text{ innen } F_1^* = F_1 \frac{v^2}{v_0^2}, \text{ és } \frac{F_1^*}{F_1} = \frac{v^2}{v_0^2}, \text{ innen } F_2^* = F_2 \frac{v^2}{v_0^2}, \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

majd írjuk fel a mozgásegyenletet arra az esetre, amikor a sebesség már ismét állandó lesz:

$$F_h - (F_1^* + 2F_2^*) = 0, \text{ azaz } F_h = F_1 \frac{v^2}{v_0^2} + 2F_2 \frac{v^2}{v_0^2}. \text{ Innen } v = \sqrt{\frac{F_h \cdot v_0^2}{F_1 + 2F_2}} = 4,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{4 \text{ pont} + 3 \text{ pont}}$$

**3. feladat:**

Adatok:  $v_{gy}=100 \text{ km/h}=27,8 \text{ m/s}$ ,  $t_{gy}=10 \text{ s}$ ,

$v_{m1}=50 \text{ km/h}=13,89 \text{ m/s}$ ,  $v_{m2}=30 \text{ km/h}=8,33 \text{ m/s}$ ,  $s_m=50 \text{ m}$

$v_0=50 \text{ km/h}=13,89 \text{ m/s}$ ,  $s_0=100 \text{ m}$ ,  $t_0=10 \text{ s}$

Legkisebb idővesztéssel akkor jutunk át az útkereszteződésen, ha a lámpánál vagyunk (azaz azon a vonalon, ami a lámpa előtti megállás helyét kijelöli) és sebességünk a megengedett maximális  $50 \text{ km/h}$ , a lámpa zöldre váltásának pillanatában.

**2 pont**

Az álló autó ebben a pillanatban a következőt teszi: maximálisan gyorsít, míg eléri a  $v_0$  sebességet.

**2 pont**

Kiszámítjuk a maximális gyorsulást:  $a_{gy} = \frac{v_{gy}}{t_{gy}} = 2,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

**1 pont**

Ezzel a gyorsulással fele akkora sebességet  $t_{gy}^* = \frac{t_{gy}}{2} = 5 \text{ s}$  alatt ér el,

**1 pont**

Ez alatt megtett útja,  $s_{gy}^* = \frac{v_0}{2} t_{gy}^* = 34,7 \text{ m}$ .

**1 pont**

Ezt az utat a  $v_0$  sebességgel induló autó  $t^* = \frac{s_{gy}^*}{v_0} = 2,50 \text{ s}$  alatt teszi meg.

**1 pont**

Feltételezve, hogy a kereszteződés után  $35 \text{ m}$ -rel még szabad az út, a két mozgással a kereszteződésen való átjutás időkülönbsége:  $t_{gy}^* - t^* = 2,5 \text{ s}$ .

**1 pont**

Most vizsgáljuk meg, hogy hogyan kell megközelíteni a kereszteződést, hogy a zöldre váltás pillanatában a kocsí a kereszteződéshez  $v_0$  sebességgel érkezzen:

Ha motorfékkel közlekedünk, akkor a lassulás:

$$s_m = \frac{v_{m1} + v_{m2}}{2} t_m = \frac{v_{m1} + v_{m2}}{2} \cdot \frac{|v_{m2} - v_{m1}|}{|a_m|},$$

**2 pont**

$$\text{innen } |a_m| = \frac{v_{m1}^2 - v_{m2}^2}{2s_m} = 1,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Tételezzük fel, hogy műszakilag lehetséges az ábrán vázolt megoldás.

**Ábra: 4 pont**

A görbe alatti terület, a megteendő  $100 \text{ méterrel}$  egyenlő. Az első szakaszon az előbb kiszámított lassulással mozog a kocsi, a második szakaszon pedig legfeljebb a maximális gyorsulással mozoghat, de ott ennél kisebb gyorsulás is megengedett. Kiszámítjuk ezen a szakaszon a legkisebb sebességet  $v_1$ -et:

$$s_0 = \frac{v_0 + v_1}{2} t_0, \text{ innen } v_1 = \frac{2s_0}{t_0} - v_0 = 6,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 22,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**2 pont**

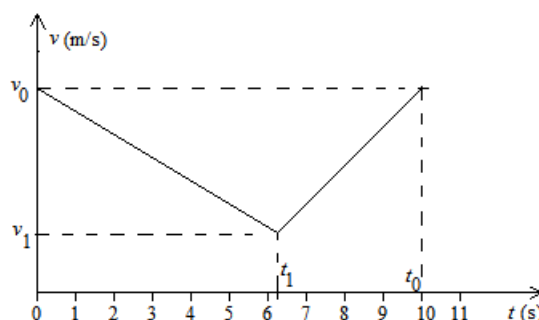
Motorfékkel haladunk:  $t_1 = \frac{v_0 - v_1}{|a_m|} = 6,27 \text{ s}$  ideig,

**1 pont**

majd gyorsítunk  $a = \frac{v_0 - v_1}{t_0 - t_1} = 2,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (\leq a_{gy})$  gyorsulással,

**1 pont**

amit az autó műszaki adatai meg is engednek.

**1 pont**



**4. feladat:**

$$v_{\max} = 130 \text{ km/h} = 36,1 \text{ m/s}, r_1 = 1000 \text{ m}, r_2 = 1000 + 3,75 \text{ m} = 1003,75 \text{ m}$$

$$\mu_1 = 0,08, \mu_2 = 0,4$$

Először megvizsgáljuk, hogy a különböző tapadási együtthatók esetén mekkora sebességgel lehetne a pályán, megcsúszás veszélye nélkül haladni:

Ha körpályán állandó sebességgel halad egy autó, akkor eredő erő, amit a tapadási erő

$$\text{biztosít: } F_{er} = m \frac{v^2}{r} \leq \mu_0 mg, \text{ innen } v \leq \sqrt{\mu_0 r g}. \quad 4 \text{ pont}$$

Csúszós úton a belső sávban:  $v_b \leq 28,0 \text{ m/s} = 100,8 \text{ km/h}$ , a külsőben

$$v_k \leq 28,07 \text{ m/s} = 101,04 \text{ km/h},$$

3 pont

jó útviszonyok között  $v_b \leq 62,6 \text{ m/s} = 225,5 \text{ km/h}$  lenne, amely messze meghaladja a megengedett maximális értéket (a külső sávban még több lenne).

1 pont

Csúszós úton a minimális idő, a lehető legnagyobb sebességgel érhető el:

$$\frac{t_k}{t_b} = \frac{\frac{r_2 \pi}{2\sqrt{\mu_1 r_2 g}}}{\frac{r_1 \pi}{2\sqrt{\mu_1 r_1 g}}} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} = 1,0019. \quad 4 \text{ pont}$$

Jó útviszonyok között a sebesség mindkét sávban  $v_{\max} = 130 \text{ km/h}$  lesz, ekkor:

$$\frac{t_k}{t_b} = \frac{\frac{r_2 \pi}{2v_{\max}}}{\frac{r_1 \pi}{2v_{\max}}} = \frac{r_2}{r_1} = 1,0038. \quad 4 \text{ pont}$$

A keresett idők pedig:

$$t_k = \frac{r_2 \pi}{2\sqrt{\mu_1 r_2 g}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r_2}{\mu_1 g}} = 56,15 \text{ s} = 0,935 \text{ min}, \quad t_b = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r_1}{\mu_1 g}} = 56,04 \text{ s} = 0,934 \text{ min},$$

$$t_k = \frac{r_2 \pi}{2v_{\max}} = 43,65 \text{ s} = 0,728 \text{ min}, \quad t_b = \frac{r_1 \pi}{2v_{\max}} = 43,49 \text{ s} = 0,725 \text{ min} \quad 4 \cdot 1 = 4 \text{ pont}$$

**5. feladat:**

$$V = 27 \text{ l} = 0,027 \text{ m}^3, T = 25^\circ \text{C}, p = 6,404 \cdot 10^6 \text{ Pa}, \rho_g = 238 \text{ kg/m}^3,$$

$$\rho_f = 714 \text{ kg/m}^3,$$

$$m_0 = 45 \text{ kg}, h = 1,15 \text{ m}, m = 13 \text{ kg}$$

Először meg kell határozni a palackban lévő gőz és folyadék tömegét és térfogatát, és a magasságokat:

$$V_g \rho_g + (V - V_g) \rho_f = m. \quad 2 \text{ pont}$$

Innen a következő adatokat lehet kiszámítani:

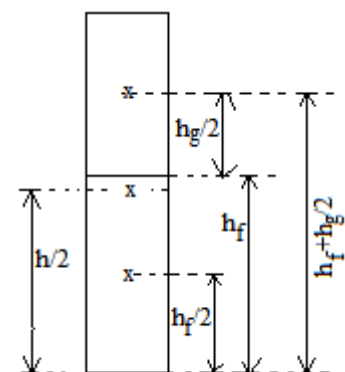
$$V_g = \frac{V \cdot \rho_f - m}{\rho_f - \rho_g} = 13,191 \approx 0,0132 \text{ m}^3, m_g = V_g \cdot \rho_g = 3,14 \text{ kg},$$

3 pont

$$h_g = \frac{V_g}{V} h = 0,562 \text{ m}$$

Ábráért: 4 pont

$$V_f = 27 \text{ l} - 13,2 \text{ l} = 13,8 \text{ l}, m_f = 9,86 \text{ kg}, h_f = 0,588 \text{ m}. \quad 3 \text{ pont}$$



A tömegközéppont meghatározásához célszerű egy ábrát rajzolni, a szükséges jelölésekkel:

$$y_{ik} = \frac{m_f \frac{h_f}{2} + m_0 \frac{h}{2} + m_g \left( h_f + \frac{h_g}{2} \right)}{m_f + m_0 + m_g} = \frac{31,49 \text{ kg} \cdot \text{m}}{58 \text{ kg}} = 0,543 \text{ m.} \quad 3 \text{ pont}$$

Mivel a folyadék sűrűsége nagyobb a gőzénél, ha mindkét fázis egyidejűleg jelen van, akkor a CO<sub>2</sub> tömegközéppontja a palack félmagassága alatt van. Így a teljes rendszer tömegközéppontja alacsonyabban van, mint  $h/2$ . 1 pont

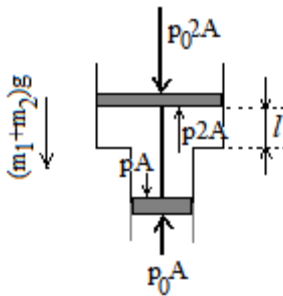
Akkor lehet legmagasabban a tömegközéppont, ha a töltetnek a legmagasabban van a tömegközéppontja, ez akkor lesz, amikor a palackban csak gőz, vagy csak folyadék van.

Ekkor a teljes rendszer tömegközéppontja  $h/2$  magasan van. 2 pont

Ez utóbbi rendkívül robbanásveszélyes (minimális hőmérsékletemelkedés esetén is óriásra nőne a nyomás), ezért a másik lesz a megoldás, amikor csak gőz van a tartályban.

Ehhez az kell, hogy az  $m^*$  töltőtömeg ne legyen nagyobb, mint ami a teljes palackot telített gőzzel töltené meg:  $m^* \leq V \cdot \rho_g = 6,43 \text{ kg}$ . 2 pont

### 6. feladat:



Célszerű a dugattyúkra ható erőket az ábrába berajzolni (kivéve a rúd által kifejtett erőket, melyek összege 0). A dugattyúk egyensúlyban vannak, akkor a rájuk ható erők eredője nulla:

Ábra az erőkkel: 3 pont

$$p_0 2A + (m_1 + m_2)g + p \cdot A - p \cdot 2A - p_0 A = 0. \quad 3 \text{ pont}$$

$$\text{Innen: } p = \frac{p_0 A + (m_1 + m_2)g}{A}, \quad 2 \text{ pont}$$

Vegyük észre, hogy a gáz nyomása nem függ a hőmérséklettől, vagyis ez a folyamat izobár lesz. 3 pont

A hőmérséklet növekedésekor, a térfogat is nő, a dugattyúk felfelé mozdulnak el. 1 pont

Írjuk fel a Gay-Lussac I. törvényét:

$$\frac{V_1}{T} = \frac{V_2}{T + \Delta T}, \quad \frac{l \cdot 2A + l \cdot A}{T} = \frac{(l + \Delta l) \cdot 2A + (l - \Delta l) \cdot A}{T + \Delta T} \quad 3 \text{ pont}$$

$$\text{Innen a dugattyú } \Delta l \text{ elmozdulása: } \Delta l = \frac{3l\Delta T}{T}.$$

A  $T$ -t kifejezzük a gázokra vonatkozó állapotegyenletből:

$$p(l \cdot 2A + l \cdot A) = nRT, \quad T = \frac{3p l A}{nR}. \quad 3 \text{ pont}$$

$$\text{A dugattyúk elmozdulása: } \Delta l = \frac{3l\Delta T}{T} = \frac{nR\Delta T}{A \frac{(m_1 + m_2)g + p_0 A}{A}} = \frac{nR\Delta T}{(m_1 + m_2)g + p_0 A}. \quad 2 \text{ pont}$$

### 7. feladat:

$$m_1 = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}, \quad T_1 = 20^\circ\text{C}, \quad \Delta T = 80^\circ\text{C}, \quad \eta = 70\%, \quad c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad L_f = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \quad t = 60 \text{ s}$$

$$m_2 = 3 \text{ g} = 0,003 \text{ kg}, \quad d = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}, \quad r = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}, \quad \alpha = 0,073 \text{ J/m}^2, \quad P_2 = 30 \text{ W}$$

Először a melegítés, elforralás elvén működő készülékre végezzük el a számításokat.

A melegítésre fordított munka 1 perc alatt, és a teljesítmények:

$$W_h = m_1 (c \cdot \Delta T + L_f) = 77,8 \text{ kJ}, \quad 4 \text{ pont}$$

$$P_h = \frac{W_h}{t} = (1,297 \text{ kW}) = 1,30 \text{ kW}, \quad \text{2 pont}$$

$$P_{\text{felvett}} = \frac{P_h}{\eta} = 1,85 \text{ kW}. \quad \text{2 pont}$$

Az ultrahangos készülékkel kapcsolatos számítások:

$$\text{Egyetlen csepp térfogata, ill. tömege: } V_1 = \frac{4r^3\pi}{3} = 5,23 \cdot 10^{-19} \text{ m}^3, \quad m^* = V_1 \rho = 5,23 \cdot 10^{-16} \text{ kg} \quad \text{2 pont}$$

$$\text{A cseppek száma: } N_{cs} = \frac{V}{V_1} = \frac{3m_2}{\rho \cdot 4r^3\pi} = 5,73 \cdot 10^{12}. \quad \text{1 pont}$$

$$\text{Egy csepp, ill. az összes csepp felszíne: } A_1 = 4r^2\pi, \quad A = N_{cs} \cdot A_1 = \frac{3m_2}{\rho \cdot r} = 18 \text{ m}^2. \quad \text{2 pont}$$

A 3 g víz kezdeti felszíne elhanyagolható, a feldarabolás utánihoz képest:  $\Delta A \approx A$  1 pont

A daraboláskor végzett munka:  $W_{uh} = \alpha \cdot \Delta A = 1,314 \text{ J}$ . 4 pont

$$\text{A hasznos teljesítmény, és a hatásfok: } P_{uhh} = \frac{W_f}{t} = 0,022 \text{ W}, \quad \eta_{uh} = 0,073\%. \quad \text{2 pont}$$

### 8. feladat:

$$d_0 = 1 \text{ mm}, r_0 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \rho = 5 \cdot 10^{-7} \Omega \text{m}, I = 5 \text{ A}, \lambda = 0,2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}, d_1 = 0,1 \text{ mm}, d_2 = 2 \text{ mm}$$

Az  $l$  hosszúságú vezetékben időegység alatt termelődő Joule-hő:

$$\frac{Q}{t} = I^2 R = I^2 \frac{\rho l}{r_0^2 \pi} = 15,92 \frac{\text{W}}{\text{m}} l. \quad \text{2 pont}$$

A vékonyabb szigetelés külső és belső felülete kicsit különbözik:

$$\frac{A_k}{A_b} = \frac{2(r_0 + d_1)\pi l}{2r_0\pi l} = \frac{r_0 + d_1}{r_0} = 1,2.$$

A hővezetőképesség dimenziója:  $\frac{[\text{teljesítmény}]}{[\text{hosszúság}][\text{hőmérséklet}]}$  alapján, és a szövegben elmondottak

szerint kikövetkeztethető, hogy:  $\frac{Q}{t} = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$  összefüggés írható fel. A keresztmetszet

változását elhanyagoljuk: 1 pont

$$\frac{Q}{t} = \lambda A_b \frac{\Delta T}{d_1}, \quad I^2 \frac{\rho l}{r_0^2 \pi} = \lambda \cdot 2r_0\pi l \frac{\Delta T}{d_1}, \quad \text{2 pont}$$

$$\text{innen } \Delta T = \frac{I^2 \rho d_1}{2r_0^3 \pi^2 \lambda} = 2,54 \text{ K}. \quad (\text{Esetleg számolhatott a külső felülettel is, akkor } 2,11 \text{ K adódik,}$$

vagy számolhat a középértékkel, akkor 2,31 K adódik. Bármelyik elfogadható.) 2 pont

$$\text{A vastagabb szigetelés esetén } \frac{A_k}{A_b} = \frac{2(r_0 + d_2)\pi l}{2r_0\pi l} = \frac{r_0 + d_2}{r_0} = 5,0. \quad \text{Itt nem hanyagolhatjuk el}$$

azt, hogy a felület, amelyen a hő átvezetődik egyre nagyobb, ötszörösére megnő. 1 pont

A szigetelő réteget bontsuk fel  $\Delta d$  falvastagságú csövekre, ahol  $\Delta d$  legyen elegendően kicsi ahhoz, hogy a fentiek szerint dolgozhassunk. Itt kínálkozna  $\Delta d$ -re a 0,1 mm-es érték.

Osszuk fel a szigetelést  $N$  részre:  $\Delta d = \frac{d_2}{N}$ . Minden rétegen, a falra merőlegesen, ugyanannyi

hőnek kell áthaladnia, ha időben már állandósult a hőmérsékletkülönbség:

Az  $i$ -ik rétegre felírva a hőmérsékletkülönbséget:

$$\Delta T_i = \frac{I^2 \rho \Delta d}{2r_0^2 (r_0 + d_i) \pi^2 \lambda} = \frac{I^2 \rho \Delta d}{2r_0^2 (r_0 + (i-1)\Delta d) \pi^2 \lambda} = \frac{I^2 \rho \Delta d}{2r_0^2 \pi^2 \lambda} \frac{1}{(r_0 + (i-1)\Delta d)} = 12,68K \frac{\Delta d}{(r_0 + (i-1)\Delta d)}$$

Ha az összes rétegen kialakuló hőmérsékletkülönbséget összeadjuk, akkor a szigetelő két határán a hőmérsékletkülönbségre a következő közelítő értékeket kaphatjuk, melyek mindig felülről becsülik a valódi értéket:

$$\Delta T^* \approx 12,68K \frac{d_2}{N} \left[ \frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_0 + \frac{d_2}{N}} + \dots + \frac{1}{\left(r_0 + (i-1)\frac{d_2}{N}\right)} + \dots + \frac{1}{\left(r_0 + (N-1)\frac{d_2}{N}\right)} \right],$$

Alulról is becsülhetjük a hőmérsékletkülönbséget:

$$\Delta T^* \approx 12,68K \frac{d_2}{N} \left[ \frac{1}{r_0 + \frac{d_2}{N}} + \dots + \frac{1}{\left(r_0 + (i-1)\frac{d_2}{N}\right)} + \dots + \frac{1}{\left(r_0 + (N-1)\frac{d_2}{N}\right)} + \frac{1}{r_0 + d_2} \right].$$

| $N$ | $\Delta T_f^*$ (K)<br>(felülről becsülve) | $\Delta T_a^{**}$ (K)<br>(alulról becsülve) |
|-----|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1   | 50,7                                      | 10,1                                        |
| 2   | 33,81                                     | 13,6                                        |
| 4   | 26,4                                      | 16,2                                        |
| 5   | 25,1                                      | 17,0                                        |
| 8   | 23,2                                      | 18,1                                        |
| 10  | 22,6                                      | 18,51                                       |
| 20  | 21,5                                      | 19,4                                        |

Azt tudjuk mondani, bármelyik  $N$ -re, hogy  $\Delta T_a^{**} < \Delta T^* < \Delta T_f^{**}$ .

**A maradék 12 pontra** nézve a pontozási javaslat:

Ha csak egyik irányból készült becslés, akkor

$N < 5$ , akkor

4 pont,

$N \geq 5$ , akkor

6 pont,

$N \geq 8$ , akkor

8 pont.

Ha a másik irányból is van becslés, akkor adjunk további 4 pontot.

Ha a pontos értéket megadja megfelelő indoklással, akkor szintén jár a 12 pont.

Megjegyzés: (Az első részben a pontos érték:  $\Delta T = 2,31K$ .) A vastagabb szigetelésnél a pontos

értéket a  $\Delta T^* = 12,68K \ln \frac{r_0 + d_2}{r_0}$  összefüggés adja, amelyből  $\Delta T^* = 20,4 K$ .

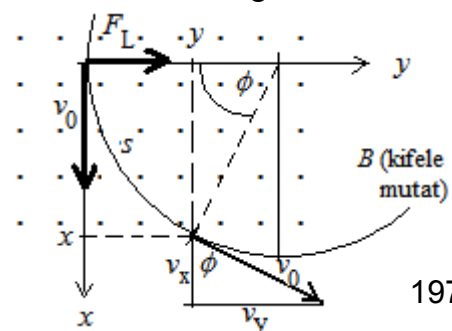
### 9. feladat:

$m = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$ ,  $Q = -3,0 \mu\text{C}$ ,  $B_z = 0,4 \text{ T}$ ,  $t=0$ -ban  $v_0 = 200 \text{ m/s}$ ,  $s = 0,5 \text{ m}$

Mivel a kezdeti pillanatban a homogén mágneses tér indukció vektora merőleges a sebességre, a részecske körpályán fog mozogni.

A pálya az  $x$ - $y$  síkban fekszik,

a negatív töltés miatt a Lorentz erő az  $y$  tengely irányába mutat,



a kör érintője a kezdeti sebesség, ezért a pálya középpontja az y tengelyen van. **2 pont**  
 A pálya sugara a dinamika alapegyenletéből:

$$|Q|v_0B = m \frac{v_0^2}{r}, \text{ innen } r = \frac{mv_0}{|Q|B} = 0,417 \text{ m.} \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$

Ábra **6 pont**

A  $\varphi$  értéke:

$$\varphi = \frac{s}{r} = 1,2 \text{ rad} = 68,8^\circ. \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

A 0,5 méter út után a helykoordináták:  $x = r \sin \varphi = 0,389 \text{ m}$ ,  $y = r - r \cos \varphi = 0,266 \text{ m}$ . **3 pont**  
 Sebességének nagysága a kezdősebességgel egyenlő, iránya az ábrán látható, komponensei:

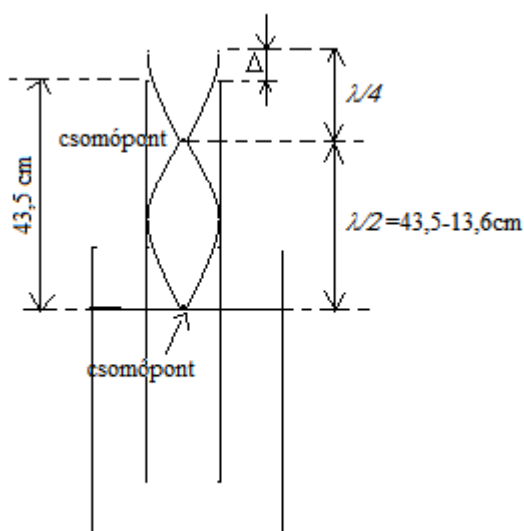
$$v_x = v_0 \cos \varphi = 72,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_y = v_0 \sin \varphi = 186,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

Az ezzel egyenértékű válaszok is elfogadhatóak, pl. a sebessége 200m/s, és a sebességvektor az x tengellyel  $68,8^\circ$ -os szöget zár be.

$$\text{A } 0,5 \text{ méter utat } t = \frac{s}{v_0} = 2,5 \text{ ms} \text{ idő alatt teszi meg.} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

### 10. feladat

$$f = 512 \text{ Hz}, l_1 = 13,6 \text{ cm}, l_2 = 43,5 \text{ cm}$$



A rajzon jól látható, hogy a második rezonancia esetén melyik adat melyik távolságnak felel meg. Az első rezonanciát akkor kapjuk, ha a vízszint egybeesik a magasabb csomóponttal. A víz fölötti rész változatlan marad.

Az ábra a pontos eligazodást szolgálja, ezért nagyon értékes a megoldás szempontjából. **10 pont**

A számolás nagyon egyszerű ezután. Először a hullámhossz határozható meg:

$$l_2 - l_1 = \frac{\lambda}{2}, \quad \lambda = 2(l_2 - l_1) = 59,8 \text{ cm.} \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$

$$\text{Ebből a hang sebessége: } v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f = 306,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**3 pont**

A végkorrekció:

$$\frac{\lambda}{4} = l_1 + \Delta, \quad \Delta = \frac{\lambda}{4} - l_1 = 1,35 \text{ cm.} \quad \mathbf{3 \text{ pont}}$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*  
2008

## EREDMÉNYEK

### 9. évfolyam

| Helyezés    | Név             | Iskola                                        | Szaktanár      |
|-------------|-----------------|-----------------------------------------------|----------------|
| <b>I.</b>   | Varga Ádám      | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged      | Tóth Károly    |
| <b>II.</b>  | Borgulya Bálint | Dugonics András Piarista<br>Gimnázium, Szeged | Rácz László    |
| <b>II.</b>  | Dudás Zsolt     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b> | Csikós Dániel   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b> | Muszka Balázs   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b> | Zelena Réka     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>IV.</b>  | Kószó Simon     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>IV.</b>  | Kispéter Tamás  | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>V.</b>   | Fejes Máté      | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged      | Csiszár Imre   |
| <b>V.</b>   | Nagy Donát      | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>  | Hegedűs Csaba   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>  | Kunos Vid       | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged      | Tóth Károly    |
| <b>VI.</b>  | Lukács Tamás    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>  | Perjési Gábor   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged           | Dr. Mező Tamás |

## 10. évfolyam

| Helyezés    | Név             | Iskola                                   | Szaktanár     |
|-------------|-----------------|------------------------------------------|---------------|
| <b>I.</b>   | Csala Dániel    | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>I.</b>   | Nagymihály Márk | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Csányi Sándor |
| <b>II.</b>  | András Csaba    | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Csányi Sándor |
| <b>III.</b> | Lupsic Balázs   | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>III.</b> | Novák Tibor     | Rózsa Ferenc Gimnázium,<br>Békéscsaba    | Pocsai Zoltán |
| <b>IV.</b>  | Mayer Jakab     | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>IV.</b>  | Pásztor Ádám    | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István  |
| <b>V.</b>   | Cseppentő Lajos | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok      | Balogh Béla   |
| <b>V.</b>   | Jarabek Gergely | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>V.</b>   | Faragó Anikó    | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>VI.</b>  | Balla Esztella  | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly   |
| <b>VI.</b>  | Zsolczai Viktor | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István  |
| <b>VI.</b>  | Lénárt Tamás    | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok  | Pécsi István  |
| <b>VI.</b>  | Trényi Róbert   | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Csányi Sándor |

## 11. évfolyam

| Helyezés    | Név                    | Iskola                                   | Szaktanár                        |
|-------------|------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>I.</b>   | Szűcs Gergely          | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>II.</b>  | Deák Zsolt             | Verseghy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok    | Szécsiné Festő<br>Hegedűs Margit |
| <b>II.</b>  | Török Balázs           | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>III.</b> | Földes Imre            | Verseghy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok    | Szécsiné Festő<br>Hegedűs Margit |
| <b>IV.</b>  | Blázsik Zoltán         | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>V.</b>   | Csányi Gergely         | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>V.</b>   | Bencs Ferenc           | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Tóth Károly                      |
| <b>V.</b>   | Englert Dávid          | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok      | Nagy Tibor                       |
| <b>V.</b>   | Fejes Márk             | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>VI.</b>  | Simon Károly           | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Győri István                     |
| <b>VI.</b>  | Zöldi-Kovács<br>Róbert | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét     | Bakk János                       |



## 12. évfolyam

| Helyezés    | Név              | Iskola                                   | Szaktanár                        |
|-------------|------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>I.</b>   | Balog Anna       | Rózsa Ferenc Gimnázium,<br>Békéscsaba    | Pocsa Zoltán                     |
| <b>II.</b>  | Bartha Dávid     | Bolyai János Gimnázium,<br>Kecskemét     | Vincze Zoltán                    |
| <b>II.</b>  | Benák Attila     | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Csiszár Imre                     |
| <b>II.</b>  | Kele Péter       | Déri Miksa Ipari SZKI, Szeged            | Horváth László<br>Horváth József |
| <b>III.</b> | Szeles Annamária | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>III.</b> | Deli Gábor       | Eötvös József Középiskola,<br>Heves      | Kis Tamás,<br>Erdész László      |
| <b>IV.</b>  | Balogh Ádám      | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Csiszár Imre                     |
| <b>IV.</b>  | Farkas Tamás     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>IV.</b>  | Páli Róbert      | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Csiszár Imre                     |
| <b>V.</b>   | Tóth László      | Debreceni Ref. Kollégium Dóczy<br>Gimn.  | Tófalusi Péter                   |
| <b>V.</b>   | Molnár Tamás     | Radnóti Miklós Gimnázium,<br>Szeged      | Dr. Mező Tamás                   |
| <b>VI.</b>  | Kertész Sándor   | Ságvári E. Gyakorló Gimnázium,<br>Szeged | Győri István                     |
| <b>VI.</b>  | Makai Zoltán     | Verseghy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok    | Veres Dénes                      |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny**  
**2008 / 2009**  
**2009. január 15. 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>**

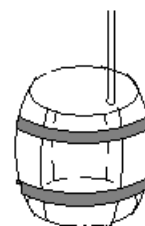
A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie. Bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható, mobiltelefon, internet nem. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.

***Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és a feladatok kitűzői:  
Hilbert Margit, Roósz Gergő, Sarlós Ferenc és Varjú Katalin***

*A kitűzött feladatok:*

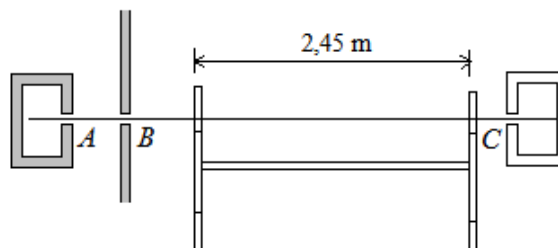
|              |                   |
|--------------|-------------------|
| 9. évfolyam  | <b>1, 2, 3, 4</b> |
| 10. évfolyam | <b>2, 4, 5, 6</b> |
| 11. évfolyam | <b>4, 6, 7, 8</b> |
| 12. évfolyam | <b>5, 7, 8, 9</b> |

1. A következő kísérletet elsőként Blaise Pascal végezte el a XVII. században. Egy hordóba hosszú, vékony 1 cm belső átmérőjű csövet illesztett, amelyen keresztül vízzel megtöltötte a hordót. A hordó megtelte után tovább töltötte a vizet a csőbe. A hordó 50 cm átmérőjű fedele akkor szakadt fel, amikor a csőben 1,2 liter víz volt. Mekkora erő szakította fel a hordó fedelét? Hányszorosa ez az 1,2 liter víz súlyának?



2. Egy szánkó tömege 40 kg, a csúszási súrlódási tényezője havon 0,08, jeges felületen elhanyagolhatóan kicsi. A szánkó vízszintes havas talajon áll, tőle 30 m távolságban kezdődik egy jeges felületű 30°-os lejtő. A szánkót álló helyzetből 6 másodperc alatt egy állandó nagyságú, vízszintes irányú erővel gyorsítjuk, majd magára hagyjuk. Mekkora erővel toltuk a szánkót, ha a lejtőn 1 méter magasan áll meg? Végül milyen távolságban áll meg az elindulási helytől?

3. A repülési idő módszer gáz atomok sebességének meghatározására szolgál. A részecskék az  $AB$  irányban távoznak egy zárt térből és  $C$ -ben gyűlnek össze, miután áthaladnak a két azonos tengelyen forgó tárcsán, amelyeken 16 keskeny, sugárirányú rés van. A tárcsák forgási sebességét változtatva azt tapasztaljuk, hogy a részecskék csak a tengely bizonyos fordulatszámainál jutnak el  $C$ -be, például 50 1/s fordulatszám esetén (azaz 1 másodperc alatt 50-szer fordul körbe). Mekkora lehet a  $C$ -ben összegyűlt részecskék sebességének legnagyobb értéke? Milyen más sebességük lehet? A két tárcsán a rések  $AB$  irányból nézve fedik egymást.



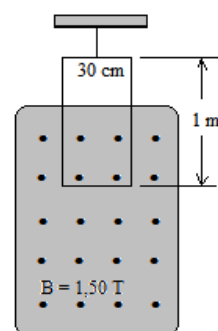
4. Az  $m_1$  és  $m_2$  tömegű golyók 1 m/s és 4 m/s sebességgel vízszintes talajon egymás felé mozognak. Tökéletesen rugalmas ütközést követően az  $m_2$  tömegű golyó megáll. Mekkora az  $m_1 = 2$  kg tömegű golyó ütközés utáni sebessége? Mekkora az  $m_2$  tömeg? Milyen távol van az ütközés helyétől a két golyó együttesének tömegközéppontja az ütközés előtt, ill. után 2 másodperccel?

5. Az  $A$  tartály térfogata háromszor akkora, mint a hozzá vékony csővel csatlakozó  $B$  tartályé. Az edényekben 15°C hőmérsékletű,  $10^5$  Pa nyomású levegő van. Az  $A$  tartályt 100°C-ra melegítjük, és ezen a hőmérsékleten tartjuk, míg  $B$  hőmérséklete változatlanul 15°C marad. Hány százalékkal növekszik a  $B$  tartályban levő gáz tömege, és mekkora lesz az edényekben a nyomás?

6. Szegeden nincs fedett sportuszoda, télen sátrat húznak a medencék fölé. A sátnak nincs merev rudazata, a ventilátorokkal befűjt levegő túlnyomása tartja feszesen. A sátor alakját közelítsük 25 m sugarú 70 m hosszú fél hengerrel, melynek végei le vannak zárva ponyvával. A ponyva anyaga négyzetméterenként 890 g tömegű. A rögzítésre használt hurkok és kötelek együttes tömege 1200 kg. Becsüljük meg, hogy legalább mekkora a túlnyomás a sátorban, amikor a ponyva éppen kifeszül! A sátor stabil használatához  $0,0015 p_0$  túlnyomás szükséges. Mekkora erő húzza felfelé a betonozott partszakaszt a rögzítést biztosító fűleken keresztül? A levegő súlyából adódó nyomásváltozásoktól tekintsünk el! Becsüljük meg, hogy mikor és hány százalékkal több  $O_2$  molekula jut egy levegővétellel a tüdönkbe: ha a szabadban vagyunk, vagy az uszoda sátra alatt! A szabadban  $-5^\circ\text{C}$ -os száraz, a sátor alatt pedig nagyon párás (vízgőzzel telített)  $20^\circ\text{C}$ -os levegő van, a külső légnyomás  $10^5$  Pa.

7. Mekkora maximális gyorsulást érhet el egy motorkerékpár anélkül, hogy felemelkedne az első kereke? A motorkerékpár tömege motorossal együtt 150 kg, a két kerék tengelytávolsága 1 m, a motoros és a motor együttes tömegközéppontja a két tengelytől azonos távolságban, a talaj fölött 80 cm magasan van. Tegyük fel, hogy a kerekek jól tapadnak, nem csúsznak meg. A motorkerékpáron két csomagtartó is található, az egyik az első a másik a hátsó tengely felett, a talajtól 80 cm távolságban. Mennyivel változik az elérhető maximális gyorsulás, ha a motoros egy 30 kg tömegű csomagot helyez az első csomagtartóba, vagy a hátsó csomagtartóba?

8. Egy huzalon 1 m hosszú és 30 cm széles derékszögű vezető keret függ egy nagy mágnes két pólusa közötti térben úgy, hogy a keret felső része kilóg a mágneses mezőből. A pólusok között a mágneses indukció 1,5 T, a papír síkjából kifelé mutat. A vezetőkeret ohmos ellenállása 0,02  $\Omega$ . A függesztő huzalt elvágva a hurok leesik. Határozzuk meg a keretben indukált áram irányát (a) mielőtt a teljes keret beér a mágneses mezőbe, (b) amikor a teljes keret a mágneses mezőben van, (c) amikor a keret alsó része már kilóg a mágneses mezőből! Mielőtt a keret teljes egészében kiesik a mágneses mezőből, 8 cm/s állandósult sebességgel mozog. Mekkora a keret tömege?



9. Fény-anyag kölcsönhatáskor a fény – mint elektromágneses hullám – az anyagban periódikus töltésszétválasztódást hoz létre, a mozgó töltések pedig fényt keltenek. Ha a beeső fény intenzitása (területegységre jutó teljesítmény) elég nagy, akkor ún. nemlineáris optikai jelenségek lépnek fel, vagyis a gerjesztés hatására létrejövő rezgésben a gerjesztő frekvencia felharmonikusai is megjelennek. Ilyenkor a kilépő fényben is lesznek felharmonikusok. Ez a jelenség játszódik le, ha egy Nd:YAG lézer infravörös fénye (1064 nm) egy lítium-triborát ( $\text{LiB}_3\text{O}_5$ ) kristályon halad keresztül. A kristályból kilépő 532 nm hullámhosszúságú zöld fény intenzitása arányos a belépő infravörös fény intenzitásának négyzetével, az arányossági tényező  $2 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{W}$ . Az SZTE-n található Nd:YAG lézer 2 cm átmérőjű nyalábban bocsát ki 10 mJ energiájú, 35 ps időtartamú felvillanásokat. Mekkora intenzitás, illetve energia érhető el 532 nm hullámhosszon a fenti kristállyal? Tekintsük úgy, hogy a nyaláb intenzitása a keresztmetszetben és a felvillanás ideje alatt nem változik.

Az átalakítás hatásosabb, ha a lézerből kilépő fény keresztmetszetét lecsökkentjük. Tervezzünk nyalábszűkítőt az optimális intenzitás eléréséhez! A kristály roncsolási küszöbe  $2,5 \cdot 10^9 \text{ W/cm}^2$ , ennél nagyobb intenzitás kerülendő. A nyalábszűkítő két lencséből álló optikai rendszer, melyeknek közös pontba esik a fókuszpontjuk, így a párhuzamosan érkező nyalábból kisebb átmérőjű párhuzamos nyalábot állít elő. Milyen fókusz távolságú lencsékre van szükségünk, ha a két lencsét egymástól 20 cm távolságra tudjuk elhelyezni? Mekkora az így elérhető maximális energia? Mekkora az 532 nm-es fény keltésének hatásfoka?

## Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny

2008 / 2009

## MEGOLDÁSOK

Általános megjegyzések: A megoldókulcs elkészítésével segítséget kívánunk nyújtani a javításhoz. Igyekeztünk minél több részpontszámot megjelölni, hogy a javítás minél inkább egységes lehessen. Természetesen az egyedi megoldások pontozását Önöktől várjuk.

A feladatok megoldásánál a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  értéket használjuk. A megoldás  $g = 10 \text{ m/s}^2$  esetén is teljes értékűnek tekinthető.

## 1. feladat:

$$D = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}, V_0 = 1,2 \text{ l} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}, g = 9,81 \text{ m/s}^2, \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{A csőben a vízoszlop magassága } h = \frac{V}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi} = 15,3 \text{ m}, \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

$$\text{amelynek a nyomása } p_{\text{víz}} = \rho gh = 1,501 \cdot 10^5 \text{ Pa}. \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

A hordó fedelét alulról nyomja a víz  $p_0 + p_{\text{víz}}$  nyomással, felülről a levegő  $p_0$  nyomással, a két erő eredője szakítja fel a hordó fedelét

$$F \approx p \left(\frac{D}{2}\right)^2 \pi = 29,43 \text{ kN}. \quad \mathbf{5 \text{ pont}}$$

$$\text{Az } 1,2 \text{ l víz súlya } m \cdot g = V_0 \cdot \rho \cdot g = 11,77 \text{ N}, \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

$$\text{és } \frac{mg}{F} = 0,0004. \text{ A felszakító erő } \mathbf{2500}\text{-szor nagyobb, mint a csőben lévő víz súlya.} \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$

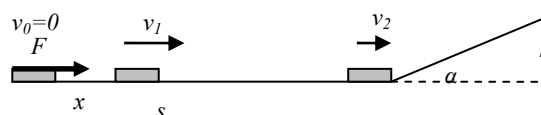
Megjegyzés: A cső átmérője lényegesen kisebb, mint a hordóé, ezért elhanyagolható a keresztmetszete a hordóéhoz

$$\text{képest, } \left(\frac{D}{2}\right)^2 \pi = 0,19625 \text{ m}^2 \quad \text{és} \quad \left(\frac{D}{2}\right)^2 \pi - \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = 0,19617 \text{ m}^2.$$

## 2. feladat:

$$m = 40 \text{ kg}, \mu = 0,08, s = 30 \text{ m}, \alpha = 30^\circ, t = 6 \text{ s}, h = 1 \text{ m}, g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

A szánkót  $x$  úton gyorsítjuk  $F$  erővel  $v_1$  sebességre. a lejtőt  $v_2$  sebességgel éri el,  $t_2$  idejű lassulás után. A lejtőn felfelé és lefelé is  $t_3$  ideig mozog, majd a lejtő aljától további  $t_4$  idő után megáll.



Írjuk fel a szánkó mozgásának egyes szakaszaira a munkatételt:

$$\text{A gyorsítási szakaszra: } Fx - \mu mgx = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \mathbf{(1)} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

$$\text{A vízszintes lassulás: } -\mu mg(s-x) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \mathbf{(2)} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

$$\text{A lejtőn felfelé mozgás: } -mgh = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad \mathbf{(3)} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

$$\text{Lejtőn lefelé mozgás: } mgh = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \mathbf{(4)} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

$$\text{Visszafelé csúszás: } -\mu mgs' = 0 - \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \mathbf{(5)} \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

Az (1)-(3) egyenleteket összeadva kapjuk:  $Fx - \mu mgs - mgh = 0$ , ahonnan

$$x = \frac{\mu mgs + mgh}{F} = mg \frac{\mu s + h}{F}.$$

A gyorsulási szakaszra felírva a dinamika alapegyenletét:  $F - \mu mg = ma_1$ , ahonnan a test

gyorsulása:  $a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$ . A megtett út:  $x = \frac{a_1}{2} t_1^2 = \left( \frac{F}{m} - \mu g \right) \frac{t_1^2}{2}$  **2 pont**

A megtett út két különböző kifejezését összevetve  $F$ -re másodfokú egyenletet kapunk:

$$\left( \frac{F}{m} - \mu g \right) \frac{t_1^2}{2} = mg \frac{\mu s + h}{F}, \text{ rendezve: } F^2 - \mu mgF - 2m^2 g \frac{\mu s + h}{t^2} = 0$$

$$F = \frac{\mu mg}{2} \pm \sqrt{\left( \frac{\mu mg}{2} \right)^2 + 2m^2 g \frac{\mu s + h}{t^2}} = 15,70 \text{ N} \pm 56,67 \text{ N} = \underline{72,4 \text{ N}}$$
 **3 pont**

A (3) és (4) egyenleteket összevetve következik, hogy  $v_3 = v_2 = \sqrt{2gh} = 4,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

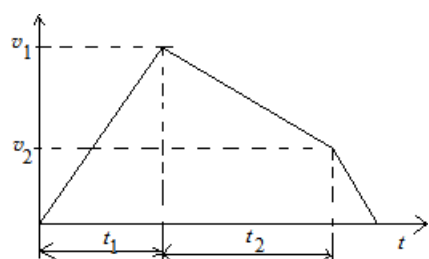
Az (5) egyenletből:  $s' = \frac{v_3^2}{2\mu g} = \frac{h}{\mu} = 12,5 \text{ m}$ . **4 pont**

A test másodszor a lejtő aljától  $12,5 \text{ m}$  távolságban áll meg, az eredeti indulási helyétől  $30 \text{ m} - 12,5 \text{ m} = \underline{17,5 \text{ m}}$  távolságban.

**1 pont**

(Az erőre helyes válasz: **15 pont**, a távolságra **5 pont**.)

Másik megoldásban ugyanazokat a jelöléseket használom, mint fent:



a vízszintes szakasz a területekből is kiszámítható:

$$s = \frac{v_1}{2} t_1 + \frac{v_1 + v_2}{2} t_2,$$

az első gyorsítási szakaszra a mozgásegyenlet:

$$F - F_s = ma_1 \text{ és } v_1 = a_1 t_1. \text{ A második szakaszon}$$

$$t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a_2}, \text{ ahol } a_2 = \frac{-F_s}{m} = -\mu g. \text{ Ezen egyenletekből}$$

$v_1$ -re a következő másodfokú egyenletet kapjuk:

$$v_1^2 + \mu g t v_1 - (v_2^2 + 2\mu g s) = 0, \text{ ahol } v_2 = \sqrt{2gh}.$$

(A  $v_2$  kiszámítható a mechanikai energia-megmaradás tételének felhasználásával, amelyet a lejtőn való mozgásra alkalmazunk, vagy a mozgásegyenletekből: A lejtőn a gyorsulás:

$$a_3 = -g \sin \alpha = -g/2, \text{ a mozgás ideje } t_3 = \frac{0 - v_2}{-g/2} = \frac{2v_2}{g}, \text{ és}$$

$$s_3 = \frac{v_2}{2} t_3 = \frac{v_2^2}{g} = 2h \Rightarrow v_2^2 = 2gh = 4,43 \text{ m/s.})$$

A másodfokú egyenletből csak az egyik gyöknek van fizikai jelentése, ennek számértéke:

$v_1 = 6,15 \text{ m/s}$ . Ebből számolható a többi mennyiség:

$$a_1 = 1,024 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s_1 = 18,44 \text{ m}, F - F_s = ma_1 = 40,97 \text{ N}, F_s = \mu gm = 31,92 \text{ N}, \underline{F = 72,36 \text{ N}}. \quad \textbf{15 pont}$$

A mechanikai energia-megmaradás tétele miatt, a lejtőről ugyanakkora sebességgel érkezik vissza a szánkó a vízszintes területre, ahol  $a_2$  lesz a gyorsulása (azaz lassul), a megállásig

$$\text{eltelt idő: } t_4 = \frac{0 - v_2}{a_2} = \frac{\sqrt{2gh}}{\mu g} = 5,644 \text{ s} \text{ és a megtett út } s = \frac{v_2}{2} t_4 = 12,5 \text{ m}. \text{ A kezdőponttól}$$

17,5 méterre fog végül megállni.

**5 pont**

**3. feladat:**

$$N = 16, f = 50 \text{ 1/s}, s = 2,45 \text{ m}$$

A részecskék akkor érnek el C-be, amikor mind a két tárcsán éppen rést találnak. **2 pont**

Az első tárcsán átjutó részecske, az átlépést követően  $T = \frac{1}{Nf} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  időközönként

talál rést a második tárcsán, vagyis akkor, ha a tárcsák  $s$  távolságát a részecske  $t = kT$  idő alatt teszi meg, ahol  $k$  pozitív egész szám. **10 pont**

Ennek megfelelően a C-ben összegyűjtött atomok sebessége:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s}{k} Nf = \frac{1}{k} 1960 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

$$\text{ennek maximális értéke } v_{\max} = 1960 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{3 \text{ pont}}$$

További lehetséges értékek: 980 m/s, 653,3 m/s, 490 m/s... **3 pont**

**4. feladat:**

$$m_1 = 2 \text{ kg}, v_1 = 1 \text{ m/s}, v_2 = 4 \text{ m/s}, u_2 = 0, t = 2 \text{ s}$$

A számolásnál a 2-es golyó sebességét vegyük pozitívnak:

Tökéletesen rugalmas ütközésre igaz a lendület – és a kinetikai energia megmaradásának

$$\text{törvénye: } m_2 v_2 - m_1 v_1 = m_1 u_1 \text{ és } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2. \quad \mathbf{5+5 \text{ pont}}$$

A lendület-megmaradás törvényéből kifejezzük  $u_1$ -t és behelyettesítjük az energia-megmaradás törvényébe:

$$u_1 = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1}, \text{ és } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \left( \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1} \right)^2.$$

$$\text{Rendezve: } m_2 v_2 \left( \left( \frac{m_2}{m_1} - 1 \right) v_2 - 2v_1 \right) = 0.$$

$$\text{Ahonnan } \left( \frac{m_2}{m_1} - 1 \right) v_2 - 2v_1 = 0, \text{ azaz } m_2 = m_1 \left( 2 \frac{v_1}{v_2} + 1 \right) = \underline{3 \text{ kg}}. \quad \mathbf{3 \text{ pont}}$$

$$\text{Visszahelyettesítés után: } u_1 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{2 \text{ pont}}$$

Feltételezzük, hogy a két golyóra ható külső erők eredője 0, ezért a tömegközéppont sebessége mindvégig állandó: ütközés helyétől az 1-es golyó  $D = u_1 \cdot 2s = 10 \text{ m}$ -t távolodik el, a 2-es pedig áll. Legyen ebben a pillanatban  $d$  a tömegközéppont helye  $m_2$ -től:

$$(D - d)m_1 = d \cdot m_2, \quad d = \frac{m_1}{m_1 + m_2} D = \underline{4 \text{ méter}}. \quad \mathbf{3 \text{ pont}}$$

$$\text{Ebből a } v_{TK} = \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \text{ Ütközés előtt 2 másodperccel is 4 méterre volt a tömegközéppont}$$

az ütközés helyétől, csak a másik irányban. **2 pont**

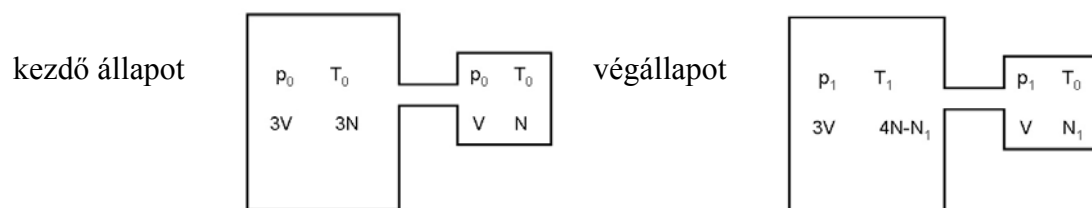
Más megfontolással: először kiszámítjuk a tömegközéppont sebességét:

$$v_{TKP} = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1 + m_2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Az ütközés helyétől 2 s elteltével, ill. azt megelőzően is  $2s \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4 \text{ m}$  távol lesz a tömegközéppont.

## 5. feladat:

$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$ ,  $T_1 = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$ , az egyszerűség kedvéért az összes részecskeszámot  $4N$  jelöli



Az állapotegyenleteket felírva a második állapotra:

$$p_1 V = N_1 k T_0,$$

$$p_1 3V = (4N - N_1) k T_1.$$

10 pont

A két egyenletet egymással elosztva:

$$3 = \frac{(4N - N_1) T_1}{N_1 T_0} = \frac{T_1}{T_0} \left( 4 \frac{N}{N_1} - 1 \right) \Rightarrow \frac{N}{N_1} = \frac{1}{4} \left( 3 \frac{T_0}{T_1} + 1 \right) = 0,829.$$

$$\frac{N_1}{N} = 1,206, \text{ vagyis a kisebbik tartályban a részecskeszám } \underline{20,6 \% \text{-kal}} \text{ nőtt.}$$

5 pont

$$\text{Az új nyomás: } \frac{p_1}{p_0} = \frac{N_1}{N} \Rightarrow p_1 = \underline{1,206 \cdot 10^5 \text{ Pa.}}$$

5 pont

## 6. feladat:

$r=25\text{m}$ ,  $l=70\text{m}$ ,  $\rho=890\text{g/m}^3$ ,  $m=1200\text{kg}$ ,  $\Delta p=0,0015p_0=150\text{Pa}$ ,  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $T_1=-5^\circ\text{C}=268\text{K}$ ,  $T_2=20^\circ\text{C}=293\text{K}$

A telített vízgőz nyomása  $20^\circ\text{C}$ -on  $p_v=2334\text{Pa}$  (táblázatból kellett megkeresni)

$$\text{A ponyva felülete: } A_p = 2 \frac{r^2 \pi}{2} + \frac{2lr\pi}{2} = 7461 \text{ m}^2,$$

2 pont

$$\text{tömege a rögzítőkkel: } M = m + A_p \rho = 7840 \text{ kg.}$$

2 pont

$$\text{A ponyva } A_a = 2rl = 3500 \text{ m}^2 \text{ területet fed le.}$$

1 pont

A ponyvára hat a gravitációs erőn kívül a légnyomáskülönbségből származó erők eredője. A nyomáskülönbségből származó erők vízszintes komponensei kioltják egymást. A függőleges komponensek nagysága megegyezik a felület vízszintes vetületének megfelelő nagyságú felületre ható ugyanakkora nyomáskülönbségből származó erővel. Vagyis a sátorra kifejtett emelőerő ugyanakkora, mintha azonos alapterületű, de függőleges falú sátorral lenne leborítva a medence. Így a nyomáskülönbségből származó erők eredője:  $F_l = \Delta p \cdot A_a$ .

3 pont

A ponyva egyensúlyának feltétele:  $Mg + F = F_l$ , ahol  $F$  a tartóhuzalok által kifejtett erő. 2 pont

Amikor csak a ponyva feszesen tartásához szükséges  $\Delta p_{\min}$  minimális túlnyomás van a

$$\text{ponyva alatt akkor a tartóhuzalok által kifejtett erő 0, ebből } \Delta p_{\min} = \frac{Mg}{A_a} = \underline{22 \text{ Pa.}}$$

3 pont

Ha  $\Delta p$  túlnyomást tartunk, akkor a tartóhuzalok által kifejtett erő:  $F = \Delta p A_a - Mg = \underline{448 \text{ kN.}}$  1 pont

Egy levegővétellel  $V$  térfogatú levegőt lélegzünk be. A belélegzett levegő anyagmennyisége:

$$n = \frac{pV}{RT} \text{ ahol } p \text{ a parciális nyomása a levegőnek, } T \text{ a hőmérséklete. Ennek az}$$

anyagmennyiségnek nagyjából 21%-a a belélegzett  $O_2$  mennyisége (elég annyit feltételezni, hogy  $n$ -nel arányos).

3 pont

A belélegzett  $O_2$  molekulák számának aránya: 
$$\frac{n_{\text{bent}}}{n_{\text{kint}}} = \frac{\frac{p_{\text{bent}}V}{RT_2}}{\frac{p_{\text{kint}}V}{RT_1}} = \frac{p_0 + \Delta p - p_v}{p_0} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 0,895.$$

2 pont

Tehát az uszodában, a sátor alatt 10,5%-kal kevesebb oxigént lélegzünk be, mint a szabadban, az adott körülmények között.

1 pont

### 7. feladat:

$$M = 150 \text{ kg}, m = 30 \text{ kg}, s = 0,5 \text{ m}, h = 0,8 \text{ m}, \\ l = 1 \text{ m}, g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

A motorshoz rögzített gyorsuló vonatkoztatási rendszerben a motorosra a tömegközéppontban támadó  $Ma$  tehetetlenségi erő is hat.

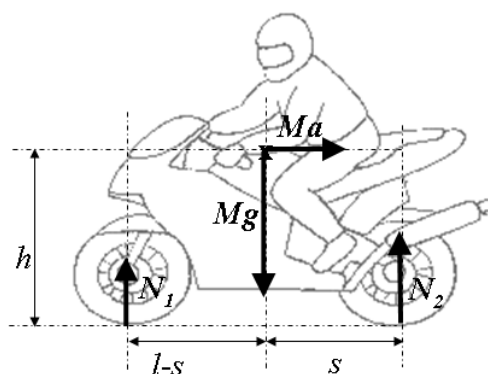
A hátsó kerék legalsó pontjára felírva a forgatónyomatékok egyensúlyát:

$$0 = Mgs - Mah - N_1 \cdot l.$$

Az első kerék akkor nem emelkedik fel, ha  $N_1 \geq 0$ ,

$$\text{ebből a feltételből } a \leq \frac{s}{h} g = 0,625g = 6,13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

10 pont



Ha az  $m$  tömegű csomagot is elhelyezzük a motoron, akkor az eredő tömegközéppont

$$\Delta s = \frac{30 \text{ kg}}{30 \text{ kg} + 150 \text{ kg}} \cdot 0,5 \text{ m} = 8,33 \text{ cm} \text{ -rel kerül hátrább vagy előrébb.}$$

4 pont

$$\text{Hátsó csomagtartó használatakor: } s' = s - \Delta s = 41,67 \text{ cm} \Rightarrow a \leq \frac{s'}{h} g = 0,52g = 5,11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

$$\Delta a_1 = -1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

3 pont

$$\text{Első csomagtartó használatakor: } s' = s + \Delta s = 58,33 \text{ cm} \Rightarrow a \leq \frac{s'}{h} g = 0,73g = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

$$\Delta a_2 = 1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

3 pont

A feladat megoldható nem gyorsuló vonatkoztatási rendszerből nézve is, de ekkor csak a tömegközépponton átmenő tengelyre írható fel a kiinduló egyenlet, mely szerint a forgatónyomatékok előjeles összege nulla.

**Akkor is adjuk meg a 3 pontokat, ha csak a gyorsulásokat számolja ki a diák.**



## 8. feladat:

$$d = 0,3 \text{ m}, l = 1 \text{ m}, B = 1,5 \text{ T}, R = 0,02 \, \Omega, v = 0,08 \text{ m/s}$$

A kialakuló áramirányt az alapján határozzuk meg, hogy a keret vízszintes (mozgásirányra merőleges) ágaiban a pozitív töltéshordozókra ható Lorentz erő irányát tekintjük. A függőleges ágakban a Lorentz erő nulla.

VAGY:  $I = -\frac{1}{R} \frac{\Delta \Psi}{\Delta t}$ , B kifelé mutat.

De azt is mondhatjuk Lenz-törvénye szerint, hogy az indukált áram iránya az őt létrehozó változást akadályozni igyekszik.

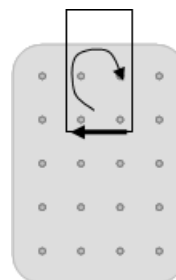
(a)

-A Lorentz erő hatására az óramutató járásával egyező irányú áram alakul ki. (áramirány: a pozitív töltéshordozók mozgási iránya)

-A fluxus nagysága nő, és a vektor a papír síkjából kifelé mutat, a negatív előjel és a jobbkéz-szabály miatt adódik a bejelölt áramirány.

-A kereten átmenő külső tértől származó fluxus nő, ezt csökkenti a keretben indukálódó áram által létrejövő tér: az indukált tér befele mutat, a jobbkéz-szabály mutatja az áram irányát.

3 pont

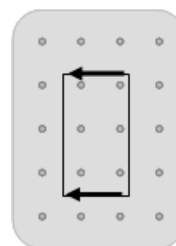


(b)

-A két vízszintes szárrban levő töltésekre ható erő ellentétes irányban hat, áram nem folyik.

-A fluxus nem változik.

3 pont



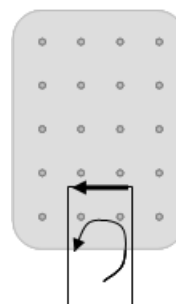
(c)

-A fenti indoklás alapján az áram az óramutató járásával ellenkező irányba folyik.

-A fluxus nagysága csökken, és a vektor a papír síkjából kifelé mutat, a negatív előjel és a jobbkéz-szabály miatt adódik a bejelölt áramirány.

-A kereten átmenő külső tértől származó fluxus csökken, ezt növeli a keretben indukálódó áram által létrejövő tér: az indukált tér kifelé mutat.

3 pont



A mezőből történő kiesés előtt a keret állandósult sebességgel mozog, vagyis a rá ható erők eredője zérus:

$$mg = IdB,$$

3 pont

$$\text{ahol } I = \frac{U_i}{R} = \frac{\frac{\Delta \Psi}{\Delta t}}{R} = \frac{d \frac{\Delta l}{\Delta t} B}{R} = \frac{dvB}{R},$$

5 pont

$$\text{innen } m = \frac{d^2 v B^2}{Rg} = \underline{0,0825 \text{ kg}}.$$

3 pont

**9. feladat:**

Adatok:  $E_{1064} = 10 \text{ mJ}$ ,  $t = 35 \text{ ps} = 35 \cdot 10^{-12} \text{ s}$ ,  $D = 2 \text{ cm}$ ,  $R = 1 \text{ cm}$ ,  
 $\alpha = 2 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{W} = 2 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2/\text{W}$ ,  $I_r = 2 \cdot 10^9 \text{ W/cm}^2 = 2 \cdot 10^{13} \text{ W/m}^2$ ,  $l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

A fényfelvillanás teljesítménye:  $P_{1064} = \frac{E_{1064}}{t} = \frac{10 \text{ mJ}}{35 \text{ ps}} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{35 \cdot 10^{-12}} \text{ W} = 0,286 \cdot 10^9 \text{ W}$ ,

az intenzitása  $I_{1064}^* = \frac{P_{1064}}{R^2 \pi} = 9,11 \cdot 10^7 \frac{\text{W}}{\text{cm}^2} = 9,11 \cdot 10^{11} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ .

A keletkező zöld fény alakja és a felvillanás ideje megegyezik az infravörös fényével. Ha a lézerből kilépő infravörös fény közvetlenül a kristályra esik, akkor a kilépő zöld fény

felvillanásának intenzitása  $I_{532}^* = \alpha \cdot (I_{1064}^*)^2 = 1,66 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ , **3 pont**

energiája:  $E_{532}^* = I_{532}^* \cdot R^2 \pi = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ J} = 0,0182 \text{ mJ}$ . **3 pont**

Tegyük fel, hogy a kristályon a foltméret sugara  $r$ . A nyaláb keresztmetszete:  $A = r^2 \pi$ .

A keletkező zöld fény alakja és a felvillanás ideje megegyezik az infravörös fényével, így az egy felvillanás energiája:

$$E_{(532)} = I_{(532)} \cdot t \cdot A = \alpha I_{(1064)}^2 \cdot t \cdot A = \alpha \left( \frac{E_{(1064)}}{t \cdot A} \right)^2 \cdot t \cdot A = \alpha \frac{E_{(1064)}^2}{t \cdot A}.$$

A képletből látszik, hogy minél kisebbre szűkítjük a nyalábot, annál több zöld fény keletkezik. Tehát az lesz az optimális nyalábméret, amikor a fényt a roncsolási küszöbre szűkítjük. Így az optimális fényfolt nagysága a kristályon

$$A = \frac{0,286 \cdot 10^9 \text{ W}}{2,5 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}} = 0,114 \text{ cm}^2 = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2. \quad \textbf{5 pont}$$

$$\text{A nyaláb átmérője a kristályon: } d = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,114 \text{ cm}^2}{3,14}} = 0,381 \text{ cm}. \quad \textbf{1 pont}$$

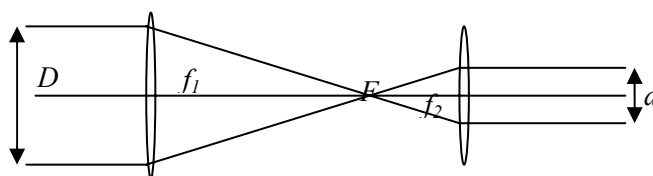
$$\text{Az optimális körülmények között keletkezett zöld fény egy felvillanásának energiája: } E_{(532)} = 0,5 \text{ mJ}. \quad \textbf{1 pont}$$

$$\text{A zöld fény keltésének hatásfoka: } \eta = \frac{E_{532}}{E_{164}} = 0,0501 \approx \underline{5\%}. \quad \textbf{1 pont}$$

A nyalábszűkítőt készíthetjük két gyűjtőlencséből, vagy egy gyűjtő és egy szóró lencséből.

Gyűjtő – gyűjtőlencse pár esetén az ábra mutatja a sugármenetet, a hasonló háromszögekre az

$$\text{oldalarányokat felírva kapjuk: } \frac{f_1}{f_2} = \frac{D}{d} = N = 5,25 \approx 5 \Rightarrow f_1 = N \cdot f_2 \quad \textbf{1 pont}$$



Az ábráért: **2 pont**

$$\text{A két lencse távolsága } f_1 + f_2 = l \text{ ahonnan } f_2 = \frac{l}{N+1} = \underline{3,2 \text{ cm}} \text{ és } f_1 = N \cdot f_2 = \underline{16,8 \text{ cm}}. \quad \textbf{2 pont}$$

Gyűjtő – szórólencse párnál hasonlóan járunk el:

$$\frac{f_1}{-f_2} = \frac{D}{d} = N = 5,25 \approx 5 \Rightarrow f_1 = -N \cdot f_2,$$

$$f_1 + f_2 = l, \text{ ahonnan } f_2 = \frac{l}{-N+1} = \underline{-4,7 \text{ cm}} \text{ és } f_1 = N \cdot f_2 = \underline{24,7 \text{ cm}}.$$

Megjegyzések:

1. Általában gyűjtő – szórólencse párt szokás használni, mert egy gyűjtőlencse fókuszában a fény olyan intenzitású, hogy a levegőben is plazmát kelt.
2. Általában a roncsolási küszöbnél kicsit kisebb intenzitást szokás használni a frekvenciakétszerezésnél, hogy a lézer ingadozásai ne roncsolják a kristályt. Figyelembe véve, hogy milyen szabványos lencsákat lehet vásárolni 25 cm és -5 cm fókusz távolságú lencsét érdemes használni.

**A megoldás végének pontozása: bármelyik lencsekombinációra adott jó válasz esetén jár az 5 pont, ha a másik esetet is kiszámolja, arra kapjon további 1 pontot.**

Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny  
2009

9. évfolyam

|             |                 |                              |                |
|-------------|-----------------|------------------------------|----------------|
| <b>I.</b>   | Laczkó Zoltán   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Győri István   |
| <b>II.</b>  | Major Attila    | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>II.</b>  | Kovács Mónika   | Radnóti Miklós Gimnázium     | Csányi Sándor  |
| <b>III.</b> | Bakos Gábor     | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b> | Hézső Tamás     | Radnóti Miklós Gimnázium     | Csányi Sándor  |
| <b>IV.</b>  | Martinka Mátyás | Batsányi János Gimnázium     | Szabó László   |
| <b>V.</b>   | Gulácsi Balázs  | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>  | Horóczy Flóra   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Győri István   |
| <b>VI.</b>  | Viharos Andor   | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>  | Juhász Bálint   | Batsányi János Gimnázium     | Szabó László   |

10. évfolyam

|             |                 |                                                    |                                      |
|-------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>I.</b>   | Varga Ádám      | SZTE Ságvári Endre Gimnázium                       | Tóth Károly                          |
| <b>I.</b>   | Nagy Donát      | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>II.</b>  | Börcsök Bence   | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>II.</b>  | Perjési Gábor   | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>III.</b> | Pázmán Koppány  | Debreceni Református Kollégium<br>Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter                       |
| <b>IV.</b>  | Dudás Zsolt     | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>IV.</b>  | Kispéter Tamás  | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>IV.</b>  | Kószó Simon     | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>IV.</b>  | Borgulya Bálint | Andrássy Gyula Gimnázium                           | Szabó Zsófia                         |
| <b>V.</b>   | Muszka Balázs   | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>V.</b>   | Zelena Réka     | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>VI.</b>  | Hegedűs Csaba   | Radnóti Miklós Gimnázium                           | Dr. Mező Tamás                       |
| <b>VI.</b>  | Németh Gábor    | SZTE Ságvári Endre Gimnázium                       | Csiszár Imre                         |
| <b>VI.</b>  | Mezőfi Dávid    | III. Béla Gimnázium                                | Karagity István<br>Dr. Szkladányi A. |

11. évfolyam

|             |                 |                              |               |
|-------------|-----------------|------------------------------|---------------|
| <b>I.</b>   | Lupsic Balázs   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly   |
| <b>II.</b>  | Nagymihály Márk | Radnóti Miklós Gimnázium     | Csányi Sándor |
| <b>II.</b>  | Cseppentő Lajos | Varga Katalin Gimnázium      | Balogh Béla   |
| <b>II.</b>  | Kovács István   | Verseghy Ferenc Gimnázium    | Pécsi István  |
| <b>II.</b>  | Trényi Róbert   | Radnóti Miklós Gimnázium     | Csányi Sándor |
| <b>III.</b> | Szél Péter      | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly   |
| <b>III.</b> | Zsolczai Viktor | Verseghy Ferenc Gimnázium    | Pécsi István  |
| <b>IV.</b>  | Mayer Jakab     | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly   |
| <b>V.</b>   | Pásztor Ádám    | Verseghy Ferenc Gimnázium    | Pécsi István  |
| <b>VI.</b>  | Badics Mátyás   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly   |

## 12. évfolyam

|             |                |                              |                |
|-------------|----------------|------------------------------|----------------|
| <b>I.</b>   | Kovács Máté    | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Győri István   |
| <b>I.</b>   | Földes Imre    | Verseggy Ferenc Gimnázium    | Veres Dénes    |
| <b>I.</b>   | Simon Károly   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Győri István   |
| <b>II.</b>  | Deák Zsolt     | Verseggy Ferenc Gimnázium    | Veres Dénes    |
| <b>III.</b> | Szűcs Gergely  | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b> | Török Balázs   | Radnóti Miklós Gimnázium     | Dr. Mező Tamás |
| <b>IV.</b>  | Gévay Gábor    | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly    |
| <b>V.</b>   | Vajda Zoltán   | Bányai Júlia Gimnázium       | Bakk János     |
| <b>VI.</b>  | Bencs Ferenc   | SZTE Ságvári Endre Gimnázium | Tóth Károly    |
| <b>VI.</b>  | Barna Dávid    | Bányai Júlia Gimnázium       | Bakk János     |
| <b>VI.</b>  | Barna Barnabás | III. Béla Gimnázium          | Lakner Attila  |

**Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny****2009 / 2010****2010. január 21. 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>**

A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie. Bármely tárgyi segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható, mobiltelefon, internet nem. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! Törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér.

***Jó munkát kíván az ELFT Csongrád Megyei Csoportja és a feladatok kitűzői:  
Benedict Mihály, Hilbert Margit, Roosz Gergő, Sarlós Ferenc, Tátrai Dávid és Varjú Katalin***

*A kitűzött  
feladatok:*

|              |                       |              |                        |
|--------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| 9. évfolyam  | <b>1, 2, 3,<br/>4</b> | 11. évfolyam | <b>5, 7, 8, 9</b>      |
| 10. évfolyam | <b>3, 4, 5,<br/>6</b> | 12. évfolyam | <b>6, 8, 9,<br/>10</b> |

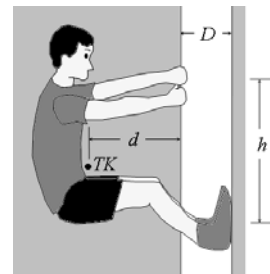
- Egymás felé indul 17 km távolságból egy 60 km/h sebességű motorcsónak és egy 8 km/h sebességű evezős csónak, az adatok a vízhez viszonyított átlagos sebességek. Az evezős egy parton ülő horgász mellől indul. (a) Mennyi idő múlva és a horgásztól milyen távol találkoznak állóvízben? (b) Mennyi idő múlva és hol találkoznak egy 4 km/h sebességű folyón, ha a motorcsónak halad a folyásiránnyal szemben? (c) Mikor és hol találkoznak, ha az evezős megy az árral szemben?
- Egy labdát függőlegesen feldobunk 20 m/s kezdősebességgel. (a) Mennyi ideig van a levegőben a labda? (b) Mekkora legnagyobb magasságot ér el a labda az eldobástól számítva? (c) Mikor lesz a labda a kiindulásától számított 15 m magasságban?
- Egy 300 m/s sebességgel vízszintesen mozgó 10 g-os lövedék belefűrődik egy 1,5 kg tömegű, vízszintes felületen kezdetben álló hasáb középpontjába. A hasáb és a felület közötti súrlódási együttható 0,3. Milyen messzire csúszik a hasáb?
- A fotoakusztikus jelenség lényege, hogy szaggatott fénnel megvilágított gáztartályban hang keletkezik. A mikrofonnal észlelt ( $FA$ ) jel arányos a fényt elnyelő gáz (itt a vízgőz) koncentrációjával. Az arányossági tényezőt 20 °C-os és 1 atm nyomású levegőben, vízgőzzel végzett kalibrációs mérések adataiból határozhatjuk meg. A ppm-ben megadott koncentráció azt mutatja meg, hogy 1 millió molekula között hány vízmolekula van.

|              |       |       |       |       |       |            |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| $c$<br>(ppm) | 100   | 200   | 500   | 1000  | 2000  | 5000       |
| $FA(V)$      | 0,496 | 1,003 | 2,497 | 4,998 | 9,999 | 25,00<br>1 |

- (a) Mekkora az arányossági tényező? Milyen módon határozta meg? (b) Ha 20 °C-on és 1 atm nyomáson egy elég jól kiszáritott levegőben 0,842 V  $FA$ -jelet mérünk, mekkora a vízgőz koncentráció ppm-ben? (c) Ha a mikrofon elektromos zaja 5 mV, és a többi hiba elhanyagolható, akkor a (b) kérdésben kiszámított érték legfeljebb mennyivel térhet el a valóságos értéktől? (d) Mekkora a levegő relatív páratartalma? (Az utolsó kérdés csak a tizedikeseknek szól!)

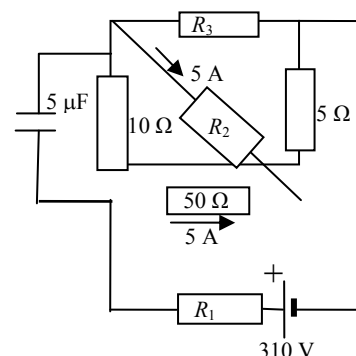
5. Amikor egy egyatomos gáz tágul állandó nyomáson, akkor (a) a hő hány százaléka növeli a gáz belső energiáját? (b) A hő hány százaléka fordítódik a tágulás közben végzett munkára? (c) Válaszoljuk meg ugyanezeket a kérdéseket, ha a tágulás közben a hőmérséklet állandó!

6. Az ábrán egy 55 kg-os sziklamászó látható, aki egy hasadék mentén mászik felfelé: kezeivel a hasadék egyik falát húzza, miközben a lábaival a másik falon támaszkodik. A hasadék  $D = 20$  cm széles, a hegymászó tömegközéppontja a hasadéktól  $d = 40$  cm-re van. A tapadási súrlódási együttható a kéz és a szikla között  $\mu_1 = 0,4$ , míg a cipőtalp és a sziklafal között  $\mu_2 = 1,2$ . (a) Mekkora a legkisebb vízszintes húzóerő, amit a sziklamászonak ki kell ahhoz fejtenie, hogy le ne essen? (b) A minimális húzóerőhöz a kezek és lábak között mekkora függőleges  $h$  távolság tartozik? (c) Hogyan változnak az előző két kérdésre adott válaszok, ha a szikla nedves, és emiatt a tapadási súrlódási együtthatók lecsökkennek?



7. Függőleges helyzetű,  $25$  N/m rugóállandójú rugó felső vége felett  $10$  cm magasságban elhelyezkedő  $1$  N súlyú hasáb a rugóra esik. A hasáb mindvégig egy függőleges egyenes mentén mozog. (a) Mekkora lesz a hasáb mozgási energiájának maximuma? (b) Mekkora lesz a rugó legnagyobb összenyomódása? (c) Hol lesz a hasáb, amikor mozgási energiája a maximális érték fele?

8. Amikor az ábrán látható áramkör ágaiban egyenáram folyik az  $5 \mu\text{F}$ -os kondenzátor töltése  $1000 \mu\text{C}$ . Keressük az elemen átfolyó áramot és az  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ellenállások értékét!



9. Egy cm-enként  $1$  g tömegű, kelet-nyugati helyzetű dróton  $1,5$  A erősségű áram folyik keleti irányba. A mágneses térben levő drót egy asztal vízszintes felületén észak felé csúszik, a súrlódási együttható a drót és az asztal között  $0,2$ . Milyen irányú és nagyságú az a legkisebb mágneses tér, mely ezt a mozgást lehetővé teszi?

10. A következő években Szegeden épülő, ELI-nek nevezett szuperlézerral igen rövid, attoszekundumos felvillanásokat is terveznek létrehozni. Számolások alapján  $0,8$  nm központi hullámhosszúságú  $10^{-17}$  s időtartamú,  $10$  mJ energiájú fényimpulzusokat várhatunk. (a) Becsüljük meg hány hullámból áll az impulzus! (b) Hányszorosa az impulzus teljesítménye a Paksi Atomerőmű kb.  $2000$  MW-os teljesítményének? (c) Hány foton van egy impulzusban? (d) Mekkora az elektromos térerősség ott, ahol ezt az impulzust egy  $1$  mm<sup>2</sup>-es felületre fókuszáljuk? (e) Hányszorosa ez a H atom alapállapotában az elektronra ható elektromos térerősségnek?

Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny  
2009 / 2010

### MEGOLDÁSOK

Általános megjegyzések: A megoldókulcs elkészítésével segítséget kívánunk nyújtani a javításhoz. Igyekeztünk minél több részpontoszámot megjelölni, hogy a javítás minél inkább egységes lehessen. Természetesen az egyedi megoldások pontozását Önöktől várjuk.

A feladatok megoldásánál a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  értéket használjuk. A megoldás  $g = 10 \text{ m/s}^2$  esetén is teljes értékűnek tekinthető.

#### 1. feladat:

Adatok:  $v_1 = 60 \text{ km/h}$ ,  $v_2 = 8 \text{ km/h}$ ,  $v_3 = 4 \text{ km/h}$ ,  $s = 17 \text{ km}$

##### 1. megoldás:

a) A motorcsónak által megtett út:  $s_1 = v_1 \cdot t$ .

Az evezős által megtett út:  $s_2 = v_2 \cdot t$ .

2 pont

Mivel egymással szemben haladnak  $s = s_1 + s_2 = v_1 \cdot t + v_2 \cdot t$ ,

2 pont

ahonnan az idő kifejezhető:  $t = \frac{s}{v_1 + v_2} = 0,25 \text{ h} = 15 \text{ min} = 900 \text{ s}$ .

4 pont

A horgásztól  $s_2 = v_2 \cdot t = 2 \text{ km}$  távolságban találkoznak.

2 pont

b) A parthoz viszonyított sebességek:  $v_{1,b} = 56 \frac{\text{km}}{\text{h}}$   $v_{2,b} = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

3 pont

Behelyettesítve az a)-ban kapott képletekbe:  $t_b = 15 \text{ min}$  és  $s_b = 3 \text{ km}$ .

2 pont

c) A parthoz viszonyított sebességek:  $v_{1,c} = 64 \frac{\text{km}}{\text{h}}$   $v_{2,c} = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

3 pont

Behelyettesítve az a)-ban kapott képletekbe:  $t_c = 15 \text{ min}$  és  $s_c = 1 \text{ km}$ .

2 pont

##### 2. megoldás:

A motorcsónak és az evezős egymáshoz viszonyított sebessége mindhárom esetben:

$$v = v_1 + v_2 = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 68 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

6 pont

Így mindhárom esetben:  $t = \frac{s}{v} = \frac{1}{4} \text{ h} = 15 \text{ min}$  múlva találkoznak.

4 pont

a) A horgásztól  $s_a = v_2 \cdot t = 2 \text{ km}$  távolságban találkoznak.

2 pont

b) Az evezős sebessége a parthoz képest:  $v_b = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 4 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

2 pont

A horgásztól  $s_b = v_b \cdot t = 3 \text{ km}$  távolságban találkoznak.

2 pont

c) Az evezős sebessége a parthoz képest:  $v_b = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 4 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

2 pont

A horgásztól  $s_c = v_c \cdot t = 1 \text{ km}$  távolságban találkoznak.

2 pont



**2. feladat:**Adatok:  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $h = 15 \text{ m}$ a)  $v = v_0 - g \cdot t$ , amikor a labda a legmagasabb pontban van  $v=0$  teljesül, így az emelkedés ideje:

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = 2,04 \text{ s.} \quad \text{4 pont}$$

A jelenség szimmetrikus volta miatt, az emelkedéshez és az eséshez ugyanannyi idő kell. Így a levegőben töltött idő  $t_2 = 2 \cdot t_1 = 4,08 \text{ s}$ . 5 pont

b) A négyzetes úttörvényt használva a test maximális magassága:

$$h_1 = v_0 t_1 - \frac{g}{2} t_1^2 = \frac{v_0^2}{2g} = 20,4 \text{ m.} \quad \text{5 pont}$$

c) Ismételten a négyzetes úttörvényt használjuk:  $h = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$ ,  $t$ -re megoldva:

$$t = \frac{v_0}{g} \pm \sqrt{\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 - 2 \frac{h}{g}} = 2,04 \text{ s} \pm 1,05 \text{ s},$$

tehát a test 15m magasan két időpontban, 0,99 s és 3,09 s-ban van. 3+3 pont**3. feladat:**Adatok:  $v_1 = 300 \text{ m/s}$ ,  $m = 10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}$ ,  $M = 1,5 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,3$ 1. megoldás:

Az ütközést pillanatszerűnek tekintve teljesül a lendület-megmaradás törvénye:

$$m \cdot v_1 + 0 = (m + M) \cdot v_0, \quad \text{6 pont}$$

$$v_0 = \frac{m}{m + M} v_1 = 1,99 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \text{4 pont}$$

A hasábnak függőleges irányú gyorsulása nincs, így:  $N = (m + M)g$ . 2 pontÍrjuk fel a dinamika alapegyenletét a vízszintes irányra:  $(m + M)a = S$ . 2 pontA gyorsulás (lassulás):  $a = \frac{S}{m + M} = \frac{\mu N}{m + M} = \frac{\mu(m + M)g}{m + M} = \mu g = 2,94 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . 2 pontA hasáb sebessége:  $v = v_0 - a \cdot t$  A hasáb akkor áll meg, amikor  $v = 0$  teljesül. Azaz a hasáb

$$t = \frac{v_0}{a} = 0,676 \text{ s} \text{ ideig mozog.} \quad \text{2 pont}$$

A négyzetes úttörvényt felírva:  $s = v_0 t - \frac{a}{2} t^2 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = 67,3 \text{ cm}$ . 2 pont2. megoldás:

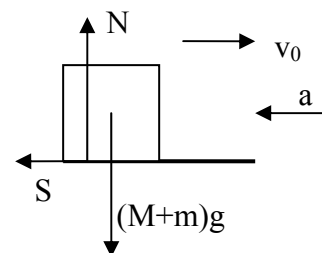
A csúszás munkatétellel is kezelhető.

A hasábnak függőleges irányú gyorsulása nincs, így:  $N = (m + M)g$ . 2 pontA súrlódási erő:  $S = \mu N = \mu(m + M)g$ . 2 pont

A munkatételt felírva:

$$0 - \frac{1}{2}(m + M)v_0^2 = -Ss = -\mu(m + M)gs, \quad \text{4 pont}$$

$$s = \frac{v_0^2}{2\mu g} = 67,3 \text{ cm.} \quad \text{2 pont}$$



## 4. feladat:

A feladatnak két féle pontozása van, mert a 9. évfolyamosoknak eggyel kevesebb kérdést tűztünk ki. Az első pontszám a 10. évfolyam tanulóira vonatkozik, majd a 9. osztályosok pontszámát zárójelbe tettük.

a) A feladat nem mondja, hogy a  $c/FA$  vagy az  $FA/c$  hányados kell meghatározni, így bármelyik következetes használata teljes értékű.

A táblázat tartalmazza a megadott mérési adatokból kiszámítható hányadosokat!

|                |          |          |          |          |           |           |
|----------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| $c$ (ppm)      | 100      | 200      | 500      | 1000     | 2000      | 5000      |
| $FA$ (V)       | 0,496    | 1,003    | 2,497    | 4,998    | 9,999     | 25,001    |
| $FA/c$ (V/ppm) | 0,004960 | 0,005015 | 0,004994 | 0,004998 | 0,0049995 | 0,0050002 |
| $c/FA$ (ppm/V) | 201,6    | 199,4    | 200,2    | 200,1    | 200,0     | 200,0     |

Amint az adatokon is látszik, a nagyobb koncentrációk esetében kisebb a számított adatok ingadozása. Ez azért van, mert a mérés abszolút hibája állandó, ahogy azt a feladat szövege is tartalmazza. Így logikus és értékesebb, ha csak az utolsó mérési pontokból számolt értékeket átlagoljuk össze. Valószínűleg ez túlzott elvárás lenne a diákoktól. Így az arányossági tényező meghatározásánál csak azt kell elvárni a teljes pontszámhoz, hogy világosan és egyszerűen kiolvasható legyen a számítás módja. Lesz, aki a 6 hányadost összeátlagolja, vagy egyenest illeszt a mérési pontokra (grafikusan, vagy a kalkulátorában lévő programmal). Ezek egyike sem a legpontosabb ennél a méréstípusnál, de mégis fogadjuk el teljes értékűnek akkor is, ha nem fűz hozzá indoklást.

Ha kevesebb adatot használ fel, pl. az utolsókat, akkor kapja a legpontosabb eredményt. De ilyen kiértékeléshez mégis szükséges lenne az indoklás (nem szokásos, nem tanulhatta). Indoklás hiányát 2 pont levonásával jelezzük.

Ha a kedvezőtlenebb utat választja, és a legkisebb adatokból számol, akkor ez elvben a legpontatlanabb, még akkor is, ha a pozitív/negatív hibák csökkentik egymás hatását. Vélhetően ezt elég nehezen tudja indoklással alátámasztani, ekkor vonjunk le tőle 4 pontot.

Az arányossági tényező:  $\frac{200,0 \frac{\text{ppm}}{\text{V}}}{\text{V}}$  vagy  $0,0050 \frac{\text{V}}{\text{ppm}}$ . Az összes számolt hányados felhasználásával kapott értékek:  $200,2 \frac{\text{ppm}}{\text{V}} \approx 200 \frac{\text{ppm}}{\text{V}}$  vagy  $0,004994 \frac{\text{V}}{\text{ppm}} \approx 0,0050 \frac{\text{V}}{\text{ppm}}$ . **8(10) pont**

b) A mért koncentráció érték:  $c = 0,842 \text{ V} \cdot 200 \frac{\text{ppm}}{\text{V}} = 168,4 \text{ ppm}$ . **3(5) pont**

c) A maximális eltérés:  $\Delta c = 0,005 \text{ V} \cdot 200 \frac{\text{ppm}}{\text{V}} = 1 \text{ ppm}$ . **4(5) pont**

d) Egy gázkeverékben a parciális nyomások aránya megegyezik az anyagmennyiségek arányával. **1(0) pont**

Így esetünkben a vízgőz parciális nyomás:  $\frac{168,4}{10^6} \cdot 10^5 \text{ Pa} = 16,84 \text{ Pa}$ ,

$1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ -al számolva  $\frac{168,4}{10^6} \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 17,06 \text{ Pa}$  **2(0) pont**

A telített vízgőz parciális nyomása 20°C-on  $p_i = 2,3339 \text{ kPa}$  (függvénytáblázatból):

A relatív páratartalom:  $\frac{16,84 \text{ Pa}}{2334 \text{ Pa}} = 0,0072 \approx 0,7\%$  (0,73%). **2(0) pont**

A d) kérdésre adható más megoldások:

Kiszámolhatjuk a telített gőzben lévő vízkoncentrációt:

$$N_{t,víz} = \frac{p_t}{p_o} N_o = \frac{2,3339 \text{ kPa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} 10^6 = 2,30 \cdot 10^4 \text{ ppm},$$

a relatív páratartalom:  $\frac{N_{víz}}{N_{t,víz}} = \frac{168,4 \text{ ppm}}{2,30 \cdot 10^4 \text{ ppm}} = 0,73\%.$

A táblázatban megtalálhatjuk a telített vízgőz sűrűségét is 20°C-on:  $\rho_t = 0,0173 \text{ kg/m}^3$ ,  $M = 18 \text{ g/mol}$  ismeretében  $1 \text{ m}^3$  térfogatban:  $n_t = \frac{\rho_t}{M} 1 \text{ m}^3 = 0,961 \text{ mol}.$

Ugyancsak  $1 \text{ m}^3$  térfogatban, 20°C-on és  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson:  $n_o = \frac{pV}{RT} = 41 \text{ mol}$ , akkor a mérés

helyén  $1 \text{ m}^3$  térfogatban, 20°C-on és  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson a vízmolekulák mennyisége:

$$\frac{168,4}{10^6} 41 \text{ mol} = 6,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}, \text{ a relatív páratartalom: } \frac{6,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,961 \text{ mol}} = 0,72\%.$$

### 5. feladat:

Adatok:  $f = 3$ , (a,b)  $p = \text{áll.}$  (c)  $T = \text{áll.}$   $\Delta E / Q = ?$   $W / Q = ?$

(a) ha  $p = \text{áll.}$

$$\Delta E = \frac{f}{2} N k \Delta T = \frac{f}{2} (V_2 p - V_1 p) = \frac{f}{2} p (V_2 - V_1),$$

$$W_{gáz} = p(V_2 - V_1), \quad Q = \Delta E + W_{gáz} = \frac{f+2}{2} p(V_2 - V_1)$$

$$\frac{\Delta E}{Q} = \frac{f}{f+2} = \underline{60\%}.$$

7 pont

(b)  $\frac{W_{gáz}}{Q} = \frac{2}{f+2} = \underline{40\%}.$

5 pont

(c) ha  $T = \text{áll.}$   $\Delta E = 0$ ,  $Q = W_{gáz}$

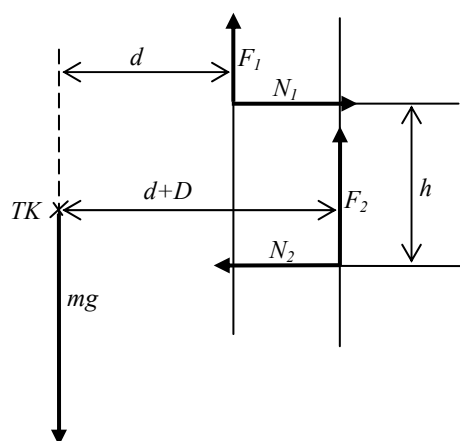
4 pont

$$\frac{\Delta E}{Q} = 0 = \underline{0\%}, \quad \frac{W_{gáz}}{Q} = 1 = \underline{100\%}.$$

4 pont

### 6. feladat:

Adatok:  $m = 55 \text{ kg}$ ,  $D = 0,2 \text{ m}$ ,  $d = 0,4 \text{ m}$ ,  $\mu_1 = 0,4$ ,  $\mu_2 = 1,2$ ; (a)  $N = ?$  (b)  $h = ?$



A rajzon megadott helyzetben, egyensúlyban van a sziklamászó és úgy gondoljuk, hogy a testrészei nem mozognak a tömegközépponthoz és egymáshoz képest sem. Ebben a helyzetben, mint merev testre írjuk fel az egyensúly feltételeit: vízszintes irányú erőkre (a kéznél fellépő húzóerő és a lábát nyomó erő)

$$N_1 - N_2 = 0 \quad \text{ahonnan} \quad N_1 = N_2 \equiv N,$$

2 pont

(a párhuzamos és egyenlő nagyságú erők erőpárt alkotnak)

a függőleges irányú erőkre:

$$mg = F_1 + F_2, \quad \text{ahol a jobboldalon szerepel a két tapadási erő, melyekről}$$

feltételezzük, hogy éppen a lehető legnagyobb értékűek,

$$F_1 = \mu_1 N \quad \text{és} \quad F_2 = \mu_2 N. \quad \text{4 pont}$$

Az első egyenletből fejezzük ki a húzóerőt:

$$mg = \mu_1 N + \mu_2 N \quad \rightarrow \quad N = \frac{mg}{\mu_1 + \mu_2} = \underline{337,2 \text{ N}}. \quad \text{2 pont}$$

A TK-ra, mint forgáspontra írjuk fel a forgatónyomatékokat (az erőpár forgatónyomatéka  $N \cdot h$ ):

$$F_1 d + F_2 (d + D) - Nh = 0. \quad \text{5 pont}$$

A forgatónyomatéokra vonatkozó egyenletet átalakítva:

$$Nh = (F_1 + F_2) d + F_2 D \quad \rightarrow \quad h = \frac{mgd + \mu_2 ND}{N} = (\mu_1 + \mu_2) d + \mu_2 D = \underline{0,88 \text{ m}}. \quad \text{3 pont}$$

Ha csökken bármelyik tapadási együttható, akkor

$N$  növekszik,

2 pont

$h$  csökken.

2 pont

### 7. feladat:

Adatok:  $D = 25 \text{ N/m}$ ,  $mg = 1 \text{ N}$ ,  $h = 0,1 \text{ m}$ ;  $E_{\text{kin},m} = ?$   $\Delta l_{\text{max}} = y_{\text{max}} - h = ?$   $y = ?$

Mutasson az  $y$  tengely függőlegesen lefelé, a hasáb kezdetben legyen a kezdőpontban!

(a) Írjuk fel a munka-tételt, feltételezve, hogy a rugó valamennyire össze van nyomódva:

$$E_{\text{kin}}(y) = mgy - \frac{1}{2} D (y - h)^2 = -\frac{D}{2} \left( y - \frac{mg + Dh}{D} \right)^2 + mgh + \frac{(mg)^2}{2D}, \quad \text{miközben } y > h,$$

$$E_{\text{kin}}(y) \leq mgh + \frac{(mg)^2}{2D} = 0,12 \text{ J} \quad \rightarrow \quad E_{\text{kin},m} = 0,12 \text{ J}. \quad \text{8 pont}$$

(b) Amikor a hasáb a lehető legmélyebben,  $y_{\text{max}}$  helyen van, ekkor a hasáb egy pillanatra megáll, a rugó maximális összenyomódása  $\Delta l_{\text{max}} = y_{\text{max}} - h$ :

Felírva a mechanikai energia-megmaradás tételét:

$$mg(h + \Delta l_{\text{max}}) = \frac{1}{2} D (\Delta l_{\text{max}})^2, \quad \text{innen} \quad \Delta l_{\text{max}} = \frac{mg \pm \sqrt{(mg)^2 + 2Dhmg}}{D}, \quad \text{fizikai tartalma a}$$

pozitív megoldásnak van:  $\Delta l_{\text{max}} = \underline{13,8 \text{ cm}}$ .

5 pont

(c) Azt a magasságot keressük, ahol a mozgási energia  $E_{1/2} = 0,06 \text{ J}$ :

A munkatételt  $y > h$  esetre írjuk fel:

$$E_{1/2} = mgy - \frac{1}{2} D (y - h)^2 \quad \rightarrow$$

$$y = \frac{mg + Dh \pm \sqrt{(mg)^2 + 2mgDh - 2DE_{1/2}}}{D}; \quad y_1 = 20,93 \text{ cm}, \quad y_2 = 7,07 \text{ cm}.$$

Csak az  $y_1$  lehet megoldás,  $y > h$  miatt. A hasáb a kezdőmagasságától számítva 20,93 cm-re lesz, ekkor a rugó 10,93 cm-t nyomódott össze.

4 pont

Ez azt jelzi, hogy először akkor teljesül a feltétel, amikor a hasáb még nem éri el a rugót:

Erre az esetre is felírjuk a munkatételt:

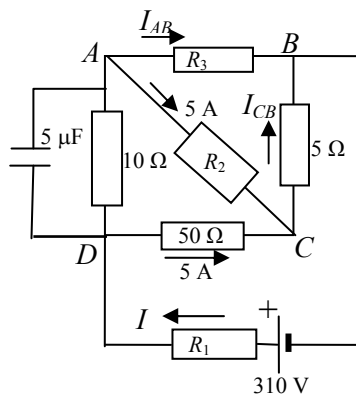
$$E_{1/2} = mgy_2 \quad \rightarrow \quad y_2 = \frac{E_{1/2}}{mg} = \underline{6 \text{ cm}}.$$

3 pont

Ekkor a test az indulástól 6 cm-re, a rugó felett 4 cm-re van.

**8. Feladat:**

Ennél a feladatnál nagyon hatékonyan lehet dolgozni, ha kihasználjuk az adatokat: készítsünk egy ábrát, amelyben megbetűzzük a csomópontokat, így könnyebben tudjuk elmondani a megoldás menetét.



Adatok:  $Q = 1000 \mu\text{C}$

A kondenzátor miatt:  $U_{DA} = \frac{1000 \mu\text{C}}{5 \mu\text{F}} = 200 \text{ V}$ .

Így  $I_{DA} = \frac{200 \text{ V}}{10 \Omega} = 20 \text{ A}$ , ebből a D csomópontot nézve

azonnal adódik a telepen átfolyó áram erőssége:

$$\underline{I = 20 \text{ A} + 5 \text{ A} = 25 \text{ A}}.$$

**5 pont**

Az A csomópontot nézve:  $I_{AB} = 20 \text{ A} - 5 \text{ A} = 15 \text{ A}$ .

Az alsó mellékágban:  $U_{DC} = 50 \Omega \cdot 5 \text{ A} = 250 \text{ V}$ .

Az ADC hurkot nézve:  $U_{AC} = U_{DC} - U_{DA} = 50 \text{ V} \rightarrow \underline{R_2 = \frac{50 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 10 \Omega}$ .

**5 pont**

A C csomópont miatt  $I_{CB} = 5 \text{ A} + 5 \text{ A} = 10 \text{ A}$ , így az

$U_{CB} = 10 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 50 \text{ V} \rightarrow U_{DB} = U_{DC} + U_{CB} = 300 \text{ V}$ , a főágban lévő ellenállást

számolhatjuk:  $\underline{R_1 = \frac{310 \text{ V} - U_{DB}}{I} = \frac{10 \text{ V}}{25 \text{ A}} = 0,4 \Omega}$ .

**5 pont**

A B csomópont:  $I_{AB} + I_{CB} = I \rightarrow I_{AB} = 20 \text{ A}$ . Innen

$$\underline{R_3 = \frac{U_{AB}}{I_{AB}} = \frac{U_{DB} - U_{DA}}{15 \text{ A}} = \frac{100 \text{ V}}{15 \text{ A}} = 6,67 \Omega}$$

**5 pont**

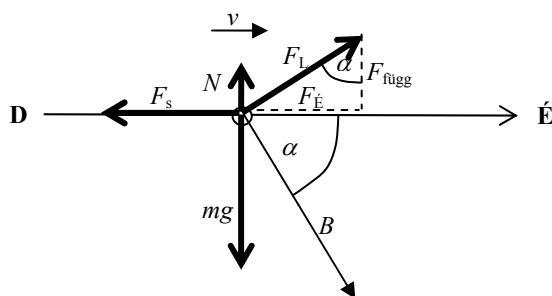
Az ellenállások értékei, sorban:  $0,4 \Omega$ ,  $10 \Omega$ ,  $6,67 \Omega$  és a telepen (a főágban) folyó áram  $25 \text{ A}$ .

**Megjegyzés:** Előfordulhat, hogy valaki azt feltételezi, hogy a kondenzátor felső lemeze pozitív töltésű. Ebből előbb utóbb ellentmondásra jut. Ha ezt kimutatja, de a másik esetet nem vizsgálja meg, adjunk 5 pontot a munkájára.

**9. feladat:**

Adatok:  $\rho = \frac{m}{l} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}} = 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ ,  $I = 1,5 \text{ A}$  (nyugat felől keletre),  $\mu = 0,2$ ,  $B_{\min} = ?$ ,  $\alpha = ?$

Készítsünk egy olyan rajzot, amely síkja függőleges, és merőleges az áramvezetőre, a néző fele folyik az áram, vagyis a néző keletről tekint a rajzra. A rajzon a „vízszintes” tengely D-É irányú:



feltételezzük, hogy  $v = \text{áll.}$ , akkor

$$\sum \vec{F}_i = 0.$$

Vízszintes komponensekre:

$$F_E - F_s = 0,$$

a függőleges komponensekre:

$$N + F_{\text{függ}} - mg = 0,$$

továbbá:

$$F_s = \mu N, \quad F_E = F_L \sin \alpha, \quad F_{\text{függ}} = F_L \cos \alpha$$

Az egyenletrendszer megoldására több út is van, itt olyan megoldást mutatunk, ahol teljes négyzetté kiegészítéssel kereshető szélsőérték.

Fejezzük ki a Lorentz-erő komponenseit, majd emeljük négyzetre és adjuk össze őket, a teljes négyzetté alakítás után meg tudjuk a Lorentz erő minimumát is határozni:

$$F_L \sin \alpha = \mu N, \quad F_L \cos \alpha = mg - N \quad \rightarrow \quad F_L^2 \sin^2 \alpha = (\mu N)^2, \quad F_L^2 \cos^2 \alpha = (mg - N)^2$$

$$F_L^2 \sin^2 \alpha + F_L^2 \cos^2 \alpha = (\mu N)^2 + (mg - N)^2$$

$$F_L^2 = (\mu N)^2 + (mg - N)^2 = (1 + \mu^2) N^2 - 2mgN + (mg)^2$$

$$F_L^2 = (1 + \mu^2) \left( N - \frac{mg}{1 + \mu^2} \right)^2 + (mg)^2 - \frac{(mg)^2}{1 + \mu^2} \leq (mg)^2 - \frac{(mg)^2}{1 + \mu^2},$$

$$F_{L,\min} = mg \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \mu^2}}, \quad \text{amikor} \quad N = \frac{mg}{1 + \mu^2}.$$

$$\text{Másképp: } F_L = BIl, \quad B_{\min} = \frac{F_{L,\min}}{Il} = \frac{mg}{Il} \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \mu^2}} = \frac{m}{l} \frac{g}{I} \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \mu^2}} = 0,128 \text{ T}.$$

Pontozás: Ha valamennyi szükséges egyenlet fel van írva,

**5 pont**

egy jó ábra

**3 pont**

ha a Lorentz erő, vagy a mágneses indukció ki van fejezve pl.  $\alpha$ , vagy  $N$  függvényében

**3 pont**

a szélsőérték bármilyen úton történő megkeresése (deriválás, vagy közelítő megoldás is), ha le van írva az út

**4 pont**

$B_{\min}$  kifejezése, és numerikus számértéke

**2 pont**

A mágneses indukció irányának meghatározása:

$$\sin \alpha = \frac{\mu N_{\min}}{F_{L,\min}} = \frac{\mu \frac{mg}{1 + \mu^2}}{mg \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \mu^2}}} = \frac{1}{1 + \mu^2} \frac{1}{\frac{1}{\mu} \sqrt{1 + \mu^2 - 1}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \rightarrow \alpha = 78,7^\circ.$$

**3 pont**

Az egyenletek rendezésének valószínűleg egy gyakrabban bejárt útja az lesz, hogy a szög

marad a  $B$  kifejezésében:  $B = \frac{\rho g}{I} \frac{\mu}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}$ . Ekkor  $f(\alpha) = \mu \cos \alpha + \sin \alpha$  függvény

maximumát kell megkeresni, amely elég változatosan történhet, differenciálással, grafikus kijelzővel rendelkező kalkulátorral, vagy numerikusan. Mindegyiket fogadjuk el teljes értékűnek.

## 10. feladat

Adatok:  $\lambda = 0,8 \text{ nm}$ ,  $\Delta t = 10^{-17} \text{ s}$ ,  $W = 10 \text{ mJ}$ ,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $A = 1 \text{ mm}^2$ ,  $P_{\text{Paks}} = 2000 \text{ MW} = 2 \cdot 10^9 \text{ W}$ ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $r_0 = 5,2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ , (a)  $n = ?$  (b)  $P_{\text{imp}}/P_{\text{Paks}} = ?$  (c)  $N_{\text{foton}} = ?$  (d)  $E = ?$  (e)  $E/E_H = ?$

(a) Vákuumban a hullámcsomag fénysebességgel terjed, az impulzushossz térben  $c \cdot \Delta t$ , ezt

kell összehasonlítani a központi hullámhosszal:  $n = \frac{c \cdot \Delta t}{\lambda} = \frac{30 \cdot 10^{-10} \text{ m}}{8 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 3,75$ .

**4 pont**

(b) Az impulzus átlagteljesítménye a nagyon rövid idő miatt óriási:

$$P_{\text{imp}} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{10^{-2} \text{ J}}{10^{-17} \text{ s}} = 10^{15} \text{ W}.$$

A két teljesítmény összehasonlításánál ne felejtjük el, hogy az atomerőmű hosszú idő alatt biztosítja a megadott teljesítményt, még a lézer csak „ritkán”, de akkor nagyot:

$$\frac{P_{imp}}{P_{paks}} = \frac{10^{15} \text{ W}}{2 \cdot 10^9 \text{ W}} = 5 \cdot 10^5. \quad \text{3 pont}$$

(c) Először számítsuk az impulzust alkotó fotonok átlagos energiáját:

$$w = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{8 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 2,486 \cdot 10^{-16} \text{ J}.$$

Az egyetlen impulzusban lévő fotonok száma:

$$N_{foton} \approx \frac{W}{w_{\text{át}}} = \frac{10^{-2} \text{ J}}{2,486 \cdot 10^{-16} \text{ J}} = 4,02 \cdot 10^{13}. \quad \text{3 pont}$$

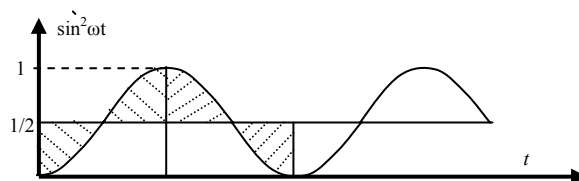
(d) Kiindulhatunk a táblázatokban is szereplő összefüggésekből: az elektromágneses tér energiasűrűsége:

$$\rho_{energia} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{\mu_0} B^2, \text{ továbbá tudjuk, hogy } \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{\mu_0} B^2, \text{ azaz } \rho_{energia} = \varepsilon_0 E^2.$$

Az elektromágneses hullámokban az elektromos térerősség (és  $B$  is) időben szinuszosan változik. Feltételezzük, hogy az ilyen nagyon rövid lézerimpulzusban is szinuszosan közelíthető a térerősség-idő függvény, akkor az energiasűrűség átlaga:

$$\overline{\rho_{energia}} = \varepsilon_0 \overline{E^2} = \varepsilon_0 \overline{E_{\max}^2 \sin^2 \omega t} = \varepsilon_0 E_{\max}^2 \overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E_{\max}^2.$$

Ez utóbbi lépést könnyen beláthatjuk, ha felrajzoljuk a  $\sin^2(\omega t)$  függvényt: az azonos módon sátozott területek egyenlőek, de a függvénytáblázatból is megállapítható ugyanez.



Másrészt az átlagos energiasűrűség az impulzus adataival is kifejezhető:

$$\overline{\rho_{energia}} = \frac{W_{imp}}{V_{imp}} = \frac{W_{imp}}{A \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{10^{-2} \text{ J}}{10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-17} \text{ s}} = 3,33 \cdot 10^{12} \frac{\text{J}}{\text{m}^3}.$$

Innen a térerősség maximuma:

$$E_{\max} = \sqrt{\frac{2W_{imp}}{\varepsilon_0 c A \Delta t}} = \sqrt{\frac{2\rho_{energia}}{\varepsilon_0}} = 8,68 \cdot 10^{11} \frac{\text{V}}{\text{m}}. \quad \text{6 pont}$$

A térerősség négyzetének átlagából az effektív érték számolható ki:

$$E_{eff} = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}} = 6,14 \cdot 10^{11} \frac{\text{V}}{\text{m}}. \text{ Ez utóbbiért megadható a pont, ha nem utal a megoldó, hogy itt}$$

valami átlagot számol, akkor itt vonjunk le 1 pontot.

(e) A hidrogén atomban, alapállapotban az elektron magtól való távolsága  $r_0$ :

$$E_H = k \frac{e}{r_0^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{(5,2 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 5,33 \cdot 10^{11} \frac{\text{V}}{\text{m}}, \quad \text{3 pont}$$

$$\text{a térerősségek hányadosa: } \frac{E_{\max}}{E_H} = 1,63, \quad \text{illetve} \quad \frac{E_{eff}}{E_H} = 1,20. \quad \text{1 pont}$$

*Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny*

2010

**EREDMÉNYEK**

## 9. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                             | Szaktanár                |
|----------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| I.       | Barna István    | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok              | Lapu Béla                |
| I.       | Vajda Balázs    | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| II.      | Kovács Ágnes    | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| II.      | Cseppentő Bence | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok                | Balogh Béla              |
| II.      | Ónodi Ádám      | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| II.      | Ungár Anikó     | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| III.     | Futó Tamás      | III. Béla Gimnázium, Baja                          | Dr. Szkladányi<br>András |
| III.     | Barna Zsombor   | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét               | Varga József             |
| IV.      | Filep Gábor     | Debreceni Református<br>Kollégium Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter           |
| V.       | Homolya Péter   | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Mike János               |
| V.       | Kormányos Gergő | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Mike János               |
| V.       | Pokorny Balázs  | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged    | Győri István             |
| VI.      | Fülep Andrea    | Verseggy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok              | Lapu Béla                |
| VI.      | Fürcht Tamás    | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| VI.      | Lipták Márk     | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged    | Győri István             |
| VI.      | Pekárik Júlia   | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Csányi Sándor            |
| VI.      | Török Viktória  | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged    | Győri István             |



## 10. évfolyam

| Helyezés | Név             | Iskola                                                  | Szaktanár                                |
|----------|-----------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| I.       | Laczkó Zoltán   | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged         | Győri István                             |
| II.      | Szőts János     | III. Béla Gimnázium,<br>Baja                            | Dr. Szkladányi András<br>Karagity István |
| III.     | Muszka Borbála  | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                           |
| III.     | Horóczy Flóra   | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged         | Győri István                             |
| IV.      | Major Attila    | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged           | Dr. Mező Tamás                           |
| IV.      | Racskó Bence    | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged         | Győri István                             |
| V.       | Ercsey Tamás    | Bethlen Gábor Református<br>Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                               |
| V.       | Sápi András     | Bethlen Gábor Református<br>Gimnázium, Hódmezővásárhely | Nagy Tibor                               |
| VI.      | Gyulai Gábor    | SZTE Ságvári Endre<br>Gyakorlógimnázium, Szeged         | Győri István                             |
| VI.      | Martinka Mátyás | Batsányi János Gimnázium,<br>Csongrád                   | Szabó László                             |

## 11. évfolyam

| Helyezés     | Név             | Iskola                                             | Szaktanár      |
|--------------|-----------------|----------------------------------------------------|----------------|
| <b>I-II.</b> | Börcsök Bence   | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás |
| <b>I-II.</b> | Kispéter Tamás  | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás |
| <b>III.</b>  | Garaguly Gergő  | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok            | Pécsi István   |
| <b>IV.</b>   | Perjési Gábor   | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás |
| <b>IV.</b>   | Dudás Zsolt     | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás |
| <b>V.</b>    | Borgulya Bálint | Andrássy Gyula Gimnázium,<br>Békéscsaba            | Szabó Zsófia   |
| <b>VI.</b>   | Hegedűs Csaba   | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged      | Dr. Mező Tamás |
| <b>VI.</b>   | Pázmán Koppány  | Debreceni Református<br>Kollégium Dóczy Gimnáziuma | Tófalusi Péter |

## 12. évfolyam

| Helyezés | Név              | Iskola                                        | Szaktanár     |
|----------|------------------|-----------------------------------------------|---------------|
| I.       | Trényi Róbert    | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged | Csányi Sándor |
| II.      | Novák Tibor      | Andrássy Gyula Gimnázium,<br>Békéscsaba       | Pocsai Zoltán |
| III.     | Cseppentő Lajos  | Varga Katalin Gimnázium,<br>Szolnok           | Balogh Béla   |
| IV.      | Túri Patrik      | Bányai Júlia Gimnázium,<br>Kecskemét          | Bakk János    |
| V-VI.    | Kovács István    | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok       | Pécsi István  |
| V-VI.    | Nagy-Mihály Márk | Radnóti Miklós Kísérleti<br>Gimnázium, Szeged | Csányi Sándor |
| V-VI.    | Zsolczai Viktor  | Verseghegy Ferenc Gimnázium,<br>Szolnok       | Pécsi István  |