Hatvani István fizikaverseny 2014-15.
1. forduló megoldások

1. kategória

1.1.1. Lásd a 3.1.4. feladat megoldását.

1.1.2. Igen van. Ha feltesszük, hogy 150000 embernek különböző számú hajszála van (1…150000 db hajszál, egyben ennyi „skatulya” az embereknek), akkor is marad 30000 ember, akit már csak olyan „skatulyába” lehet betenni, ahol már van legalább egy ember.

1.1.3. Az utas számára, hozzá viszonyítva, a másik vonat $(108+90)\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}=55\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$-mal, a két sebesség „összegével” halad. Ezzel a sebességgel 4 s alatt halad el mellette a másik vonat, tehát annak hossza $s=vt$ (vagy következtetés) alapján 220 m.

1.1.4. $m_{test}=120\ \mathrm{g}$ $V_{test}=50\ \mathrm{cm}^3$ $\rho_{kerámia}=3\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

Indirekt feltevések: - ha tömör lenne: $m=\rho_{kerámia}V_{test}\ \rightarrow\ m=150\ \mathrm{g}$ ellentmondás

- ha tömör lenne: $V=\frac{m_{test}}{\rho_{kerámia}}\rightarrow\ V=40\ \mathrm{cm}^3$ ellentmondás

- ha tömör lenne: $\rho_{szobor}=\frac{m_{test}}{V_{test}}\rightarrow\ \rho_{szobor}=2{,}4\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ ellentmondás

Tehát van üreg benne pl.: hiányzik 30 g; 10 cm^3 az üreg; a ρ_{szobor} kicsi.

1.1.5.

1. sebesség	2. gyorsulás	3. idő	4. hekto	5. milli
6. hőmérséklet	7. tömeg	8. centi	9. hosszúság	

A megfejtés: MOZGÁS

1.1.6. Jedlik Ányos (Aniánusz) István

1.1.7. Az első lehetőség, hogy az Északi sarktól indult.

Egy másik lehetőség, hogy a Déli sark közeléből indult. A Déli sark közelében olyan helyről kellett indulnia, ahonnan a délre megtett 1 km után pontosan olyan pontra került, ami egy 1 km kerületű szélességi kör mentén fekszik. Ha ugyanis ezen megy 1 km-t nyugatra, akkor egy teljes kört tesz meg. Innen pedig északra haladva visszajut a kiindulási pontba. Ezért a lehetséges kiindulási pontok szintén egy szélességi kör mentén helyezkednek el.

1.1.8. $\frac{s}{v_{csónak}+v_{folyó}}+\frac{s}{v_{csónak}-v_{folyó}}=t\rightarrow s=9\ km$

Hatvani István fizikaverseny 2014-15.
1. forduló megoldások

2. kategória

2.1.1. a) a megtett út: $s = 400\mathrm{m} + 300\mathrm{m} + 200\mathrm{m} = 900\mathrm{m}$

b) az elmozdulás: $\Delta s = \sqrt{200^2 + 300^2}\mathrm{m} = 360{,}55\ \mathrm{m}$

2.1.2. $m_k = 0{,}08\mathrm{kg}$ $\quad v_k = 60\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ $\quad h = 0{,}8\mathrm{m}$ $\quad s_k = 6\mathrm{m}$ $\quad s_d = 0{,}2\mathrm{m}$ $\quad m_d = ?$

A dinnye és a kavics földet érésének ideje: $h = \frac{\mathrm{g}}{2}t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{\mathrm{g}}} \rightarrow t = 0{,}4\mathrm{s}$

A sebességek a dinnye átlövése után: $v_k' = \frac{6\mathrm{m}}{0{,}4\mathrm{s}} = 15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ $\qquad v_d' = \frac{0{,}2\mathrm{m}}{0{,}4\mathrm{s}} = 0{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

A lendület-megmaradás törvénye alapján: $m_k v_k = m_k v_k' + m_d v_d'$

A dinnye tömege: $m_d = 7{,}2\ \mathrm{kg}$

2.1.3. $t_1 = 6\mathrm{s}$ $\quad a_1 = 2{,}5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ $\quad t_3 = 5\mathrm{s}$ $\quad a_2 = ?$

A trolibusz sebessége: $v = a_1 t_1 = 15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Erről a sebességről kell állóra fékeznie: $a_2 = \frac{v}{t_3} = 3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

2.1.4. $m = m_h + m_v = 250\mathrm{g}$ $\quad m_1 = 140\mathrm{g}$ $\quad m_2 = 540\mathrm{g}$

$T_o = 0°\mathrm{C}$ $\quad T_2 = T_1 = 38°\mathrm{C}$ $\quad T_k = 9{,}6°\mathrm{C}$ $\quad L_o = 335\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g}}$

$c_v = 4{,}2\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot°\mathrm{C}}$ $\qquad m_v/m = ?\%$

$c_v m_1(T_1 - T_k) + c_v m_2(T_2 - T_k) = m_h * L_o + c_v m(T_k - T_o)$

$m_h = 212{,}03\mathrm{g} \rightarrow m_v = 37{,}96\mathrm{g}$ $\qquad m_v/m = 15{,}18\%$

2.1.5. Lásd a 3.1.4. feladat megoldását.

2.1.6. $m = 1800\mathrm{kg}$ $\quad s = 250\mathrm{m}$ $\quad v = 108\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 30\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ $\quad \eta = 0{,}75$ $\quad P = ?$

$$s = \frac{a}{2}t^2 = \frac{v}{2}t \ \rightarrow\ t = \frac{50}{3}\ \mathrm{s}$$

$$\eta = \frac{\Delta E_{hasznos}}{\Delta E} \ \rightarrow\ \Delta E = \frac{\Delta E_{hasznos}}{\eta} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\eta} \ \rightarrow\ P = \frac{\Delta E}{t} = 64800\ \mathrm{W} = 64{,}8\ \mathrm{kW}$$

2.1.7. Legyen x a „bemerülő” fahenger magassága, tehát a bemerülés $x + h_2$

$F_f = F_g \ \rightarrow\ (x + h_2)A\rho_{víz}\mathrm{g} = Ah_2\rho_{Al}\mathrm{g} + Ah_1\rho_{fa}\mathrm{g}$

Ebből a fahenger bemerülése $x = 13{,}75\mathrm{cm}$, a teljes bemerülés pedig $x + h_2 = 15{,}75\ \mathrm{cm}$.

2.1.8. $F_1 = 30\mathrm{N}$ $F_2 = 70\mathrm{N}$ $lo = ?$

Első terhelés: (1) $l_0 + \Delta l_1 = 10\ \mathrm{cm}$

Második terhelés: (2) $l_0 + \Delta l_2 = 18\ \mathrm{cm}$

(2)-(1) $\rightarrow$ $\Delta l_2 - \Delta l_1 = 8\mathrm{cm}$

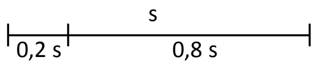
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} \rightarrow \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} = \frac{7}{3}$$

Innen $\Delta l_1 = 6\ \mathrm{cm}$ $\rightarrow$ $l_0 = 4\ \mathrm{cm}$

Hatvani István fizikaverseny 2014-15.
1. forduló megoldások

3. kategória

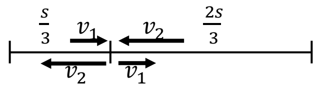
3.1.1. 1. eset: $t_1 = \frac{s}{v_1}$



2. eset: $t_2 = \frac{0{,}2s}{v_1} + \frac{1{,}2s}{v_2}$

A két idő egyenlő: $t_1 = t_2$

$\frac{s}{v_1} = \frac{0{,}2s}{v_1} + \frac{1{,}2s}{v_2} \Rightarrow \frac{0{,}8}{v_1} = \frac{1{,}2}{v_2} \Rightarrow v_2 = 6\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$



3.1.2. A pálya hosszának harmadánál találkoznak: $2v_1 = v_2$

A kisebb sebességgel futó ideje: $t_1 = \frac{s}{3v_1} + \frac{s}{6v_1} = \frac{3s}{6v_1}$

A nagyobb sebességgel futó ideje: $t_2 = \frac{2s}{3v_2} + \frac{2s}{3v_1} = \frac{6s}{6v_1}$

A futási idők aránya: $\frac{t_2}{t_1} = 2$

$v_{\text{átl1}} = \frac{2s}{3t_1} = \frac{2s\cdot 6v_1}{3\cdot 3s} = \frac{4}{3}v_1$ és $v_{\text{átl2}} = \frac{4s}{3t_2} = \frac{4s\cdot 6v_1}{3\cdot 6s} = \frac{4}{3}v_1$

$$\Downarrow$$

$$\frac{v_{\text{átl1}}}{v_{\text{átl2}}} = 1$$

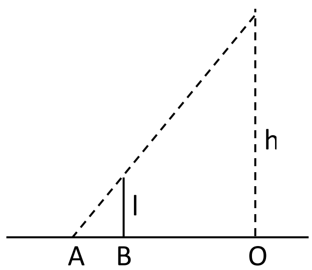
3.1.3. Az ember útja: $\overline{BO} = ct$

Az árnyék útja: $\overline{AO} = vt$

Hasonlóság alapján: $\frac{h}{\overline{AO}} = \frac{h-l}{\overline{BO}}$

Átrendezve: $hct = (h-l)vt$

Vagyis $v = \frac{h}{h-l}c$



3.1.4. A kérdéses személy **Szalay Sándor** (1909 – 1987).

Tanulmányait Budapesten végezte. Két évig kutatott Lipcsében Peter Debye mellett, majd **1936-ban a Nobel-díjas Ernest Rutherford mellé került a Cambridge-i Egyetem Cavendish Laboratóriumába egy féléves ösztöndíjjal**. Pályafutására legnagyobb hatással a Cambridge-i fél esztendő volt 1936-ban, mert ott az atommagfizika bölcsőjénél egy kibontakozóban levő tudomány kutatásába kapcsolódhatott be, **ekkor kezdte magfizikai kutatásait**. Megtanulta, hogy a fiatal tudományban elemi kísérleti eszközökkel is jelentős felfedezéseket lehet tenni, és ez reménnyel töltötte el, hogy a magfizikában itthon is van mit keresnie. És valóban, Debrecenben az uránszurokércből leválasztott polóniumból pontszerű alfaforrást készít. A kilépő alfa-részecske energiája összemérhető azzal, amit évtizedekkel később a debreceni Van de Graaff-gyorsítóval lehet produkálni. A forrást félgömb alakú céltárgyak középpontjába helyezve, mint egy miniatűr gyorsítóval vizsgálta a céltárgyakon végbemenő reakciókat.

1933-ban felfedezi, hogy az ultrahangnak kémiai hatása van, és ezzel egyik úttörője lesz a szonokémia tudományának, de ennek jelentősége csak jóval később derül ki.

1935-ben Gyulai Zoltán tanársegédnek hívta Debreceni Magyar Királyi Tisza István Tudományegyetemre, ahol magfizikai műhelyt épített ki. A II. világháború után tanítványaival építette újjá az egyetem Kísérleti Fizika Intézetét.

A háború után az atomenergia került az emberiség figyelmének középpontjába. Szalay sugárzásméréssel felfedezi a mecseki urándúsulást, amelynek nyomán hamarosan a kitermelhető uránt is megtalálják. A humuszsavak kation megkötő képességével megmagyarázza a talált mecseki urándúsulást, és felismeri, hogy hasonló okokból a láptalajokon élő növényeknek és az azokból táplálkozó állatoknak és embereknek nyomelem hiányban kell szenvedniük. Így az urán geokémiája mellett a nyomelem kutatás úttörője is lesz. Eközben előkészíti a sugárzó anyagok orvosi alkalmazásait Debrecenben.

1952-ben Kossuth-díjat kapott és az Akadémia levelező tagjává választotta. **Kivívta, hogy 1954-ben kutatóintézetet alapíthasson Debrecenben, amely hamarosan az MTA Atommagkutató Intézete néven lesz ismert**. **Az Intézet igazgatója Szalay Sándor lett.** Innen datálódik a legismertebb debreceni magfizikai felfedezés, a neutrínó visszalökő hatásának publikációja. Már évtizedek óta ismert volt, hogy a béta-részecske, azaz elektron kibocsátásakor az atommagból felszabaduló energia egy része látszólag elvész. Magyarázatul az a feltevés szolgálhatott, hogy a bomláskor még egy részecske, egy „neutrínó" is kilép, amelyet nem tudunk észlelni, mert kölcsönhatása minden mással túl gyenge. Szalay Sándor (Csikai Gyulával) a maradékmag visszalökődését fényképezte le ködkamrában, s így közvetett bizonyítékát adta a neutrínó hipotézis helyességének.

1978-ban Állami Díjjal tüntették ki az atommagfizikában és annak alkalmazásában elért eredményeiért valamint kutatásirányító, iskolateremtő munkásságáért. 1987-ben halt meg.

3.1.5. $F = D \cdot \Delta l = 25\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \cdot 0{,}25\mathrm{m} = 6{,}25\mathrm{N}$

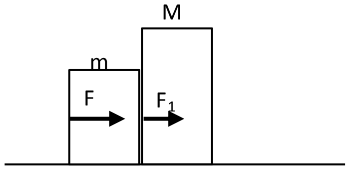
$W = \frac{1}{2}D(\Delta l_2^2 - \Delta l_1^2) = \frac{25}{2}(0{,}25^2 - 0{,}1^2)\mathrm{J} = 0{,}66\mathrm{J}$

3.1.6. $\frac{F}{A} = E\frac{\Delta l}{l_0} \rightarrow \Delta l = \frac{Fl_0}{AE} = \frac{3 \cdot 3000}{130 \cdot 10^9 \cdot (1{,}5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \pi}(\mathrm{m}) = 9{,}8 \cdot 10^{-3}\mathrm{m}$

3.1.7. $F = (m + M)a$ és $F_1 = Ma$

Az egyenleteket elosztva: $\frac{F_1}{F} = \frac{M}{m+M}$

Így $F_1 = \frac{M}{m+M}F$



3.1.8. A két város közötti távolság: d

gyalog: $t_1 = 4\mathrm{h}$

2 lóval: $t_2 = 2\mathrm{h} \leftrightarrow$ kiadás 2x4 gulden, bevétel 2x5 gulden

4 lóval: $t_3 = \frac{4}{3}\mathrm{h} \leftrightarrow$ kiadás 4x4 gulden, bevétel $\frac{8}{3}$ x5 gulden

Látszik, hogy a kétlovas postakocsi a jó módszer, hisz ekkor 2 gulden bevétel keletkezik. A négylovas postakocsi esetén viszont $\frac{8}{3}$ gulden a veszteség.

Általában: $v_1 = 1\frac{\mathrm{mf}}{\mathrm{h}}, t_1 = \frac{d}{v_1}$

$t_2 = \frac{d}{2v_1}$, így $\Delta t_2 = t_1 - t_2 = \frac{d}{2v_1} \Rightarrow \frac{d}{2v_1} \cdot 5\frac{\mathrm{gulden}}{\mathrm{óra}} - 2\frac{\mathrm{gulden}}{\mathrm{mf}} d \Rightarrow +0{,}5\ d$ gulden

$t_3 = \frac{d}{3v_1}$, így $\Delta t_3 = t_1 - t_3 = \frac{2d}{3v_1} \Rightarrow \frac{2d}{3v_1} \cdot 5\frac{\mathrm{gulden}}{\mathrm{óra}} - 4\frac{\mathrm{gulden}}{\mathrm{mf}} d \Rightarrow -\frac{2}{3}\ d$ gulden

Látszik, hogy akár közelebbi, akár távolabbi városokról van szó, mindig a kétlovas postakocsival érdemes utazni.

Hatvani István fizikaverseny 2014-15.
1. forduló megoldások

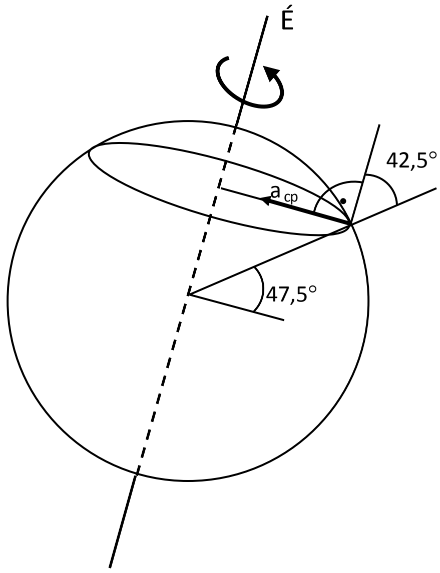
4. kategória

4.1.1. $c_v = 4200\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg\,K}}; c_a = 2500\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg\,K}}$; x (%) alkoholtartalom

$Pt\eta = [xmc_a - (1-x)mc_v]\Delta T$

$300 \cdot 210 \cdot 0{,}8 = [x \cdot 0{,}8 \cdot 2500 + (1-x) \cdot 0{,}5 \cdot 4200] \cdot 30 \Rightarrow x = 0{,}49 = 49\%$

4.1.2. Felrajzolva a Földet a forgástengellyel (ez jelöli ki az északi irányt), a 47,5°-os szélességi körön felveszünk egy pontot (ez legyen Debrecen helyzete), majd a Föld középpontjából az előbbi ponton át húzzunk egy egyenest. Ez az egyenes jelöli ki a „debreceni" függőlegest, amely az északi iránnyal 42,5°-os szöget zár be. Debrecen körpályája a 47,5°-os szélességi kör, aminek középpontja a Föld forgástengelyén van. Debrecenből ide mutat a centripetális gyorsulás, ami az ábráról leolvashatóan 132,5°-ot zár be a helyi függőlegessel (a függőlegest felfele irányítottnak tételeztük fel).



Azonban még nem vagyunk készen. A fenti gondolatmenetünket a Föld és forgástengelye felrajzolásával kezdtük, így jutottunk el az eredményünkhöz. A valóságban a „debreceni" függőlegest meg tudjuk határozni, a Föld forgástengelyének irányát azonban nem ismerjük közvetlenül. Az ábrából kiderül, a kérdéses gyorsulás a helyi függőleges és az északi irány által meghatározott síkban van. Az északi irányt vagy a Sarkcsillag megkeresésével, vagy egy iránytű segítségével jelölhetjük ki. Az északi irány és a függőleges által kijelölt síkban kell tehát a 132,5°-os szöget felmérni.

Megjegyzés: A Sarkcsillag megkeresésével kapott és az iránytű által mutatott északi irány természetesen nem ugyanaz a vektor, azonban a két vektor ugyanabban a síkban van, így bármelyiket is kombináljuk a helyi függőlegessel, ugyanazt a síkot kapjuk.

4.1.3. Lásd a 3.1.4. feladat megoldását.

4.1.4. A gázelegy nyomása a parciális nyomások összege. A nyomás a többi állapotjelző függvényében: $p = \frac{m\mathrm{R}T}{MV}$.

Az első esetben az elegy nyomása: $p_1 = \frac{{}^{m}\!/_{3}\mathrm{R}T}{M_1 V} + \frac{{}^{2m}\!/_{3}\mathrm{R}T}{M_2 V}$

A második esetben: $1{,}25 p_1 = \frac{{}^{2m}\!/_{3}\mathrm{R}T}{M_1 V} + \frac{{}^{m}\!/_{3}\mathrm{R}T}{M_2 V}$

A 2. egyenletet osztva az 1. egyenlettel:

$$1{,}25=\frac{\frac{2m}{3}\frac{\mathrm{R}T}{M_1V}+\frac{m}{3}\frac{\mathrm{R}T}{M_2V}}{\frac{m}{3}\frac{\mathrm{R}T}{M_1V}+\frac{2m}{3}\frac{\mathrm{R}T}{M_2V}}=\frac{\frac{2}{M_1}+\frac{1}{M_2}}{\frac{1}{M_1}+\frac{2}{M_2}}\Rightarrow\frac{M_2}{M_1}=2$$

Milyen gázokról lehet szó? pl.: He és H_2; H_2S és NH_3; O_2 és CH_4

4.1.5. A járda d hosszúságú, v sebességű, egy lépés ideje t

A járdával egy irányban haladva: $d=15+v\cdot 15\cdot t$

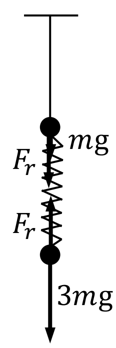
ellentétes irányban: $d=35-v\cdot 35\cdot t$

$d-15=15vt$ és $35-d=35vt$

A két egyenletet elosztva: $\frac{d-15}{35-d}=\frac{15}{35}\Rightarrow d=21$lépés

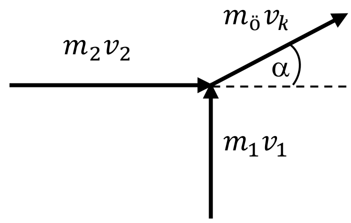
4.1.6. Elvágás előtt $F_r=3mg$, ezért az elvágás pillanatában a $3m$ tömegű testre ható erők eredője $\sum F=0$, vagyis a test gyorsulása $a=0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

Az m tömegű testre ható erők eredője: $\sum F=F_r+m\mathrm{g}=4m\mathrm{g}$, így $\sum F=ma$ alapján $a=4\mathrm{g}$



4.1.7. $m_1=1{,}5\mathrm{t}$ $\quad m_2=2{,}1\mathrm{t}$ $\quad m_ö=3{,}6\mathrm{t}$

$v_{1max}=90\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ $\quad v_{2max}=70\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ $\quad v_k=60\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$



$\sin\alpha=\frac{m_1v_1}{m_öv_k}=\frac{1{,}5}{3{,}6}\cdot\frac{v_1}{60}\Rightarrow v_1=\frac{30\cdot 3{,}6}{1{,}5}=72\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

$\cos\alpha=\frac{m_2v_2}{m_öv_k}=\frac{2{,}1}{3{,}6}\cdot\frac{v_1}{60}\Rightarrow v_2=\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{60\cdot 3{,}6}{2{,}1}=89\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

$v_1<v_{1max}$ és $v_2>v_{2max}$, tehát a tehergépkocsi túllépte a megengedett sebességet

4.1.8. Lásd a 3.1.8. feladat megoldását.