

A fizika háziverseny 2. fordulójának megoldásai

8. osztály:

- 1) Egy autós úgy tervezte, hogy hosszú útját 65 km/h átlagsebességgel teszi meg. Az út első felén ez sikerült, de ekkor nagyon éhes lett, és 42 percre leállt ebédelni. Ezért az út másik felén 80 km/h átlagsebességgel haladt, s így a tervezett időre elérte a célállomást. Milyen hosszú volt az út?

Számítsuk ki a mozgás idejét (paraméteresen)! Legyen az út hossza $2s$. Ekkor a teljes idő $2s/65$ km/h. Az út első felén eltöltött idő $s/65$ km/h, a második felén $s/80$ km/h, és az ebéd ideje 0,7 óra. Az egyenlet tehát:

$$\frac{s}{65 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{s}{80 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + 0,7\text{h} = \frac{2s}{65 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \quad \text{Az egyenlet megoldása } \underline{2s = 485,33 \text{ km.}}$$

- 2) Vízszintes terepen 16 kg tömegű testet 6 N erővel húzunk, s 1 perc alatt 450 m-re jutunk el vele (nyugalomból indulva). Mekkora a test és a talaj közt ható súrlódási erő?

Számítsuk ki a test gyorsulását! Az ismert képlet szerint $s = a \cdot t^2/2$. Behelyettesítve $450 \text{ m} = a \cdot (60 \text{ s})^2/2$; és ebből a gyorsulás $\underline{a = 0,25 \text{ m/s}^2}$.

Newton II. törvénye szerint $F_c = m \cdot a$; a testre két - ellentétes irányú - erő hat: a húzóerő és a súrlódási erő.

Tehát $F - F_s = m \cdot a$; behelyettesítve $6 \text{ N} - F_s = 16 \text{ kg} \cdot 0,25 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ N}$. Innen $F_s = 6 \text{ N} - 4 \text{ N} = \underline{2 \text{ N}}$.

- 3) Egy test súlya levegőben 38 N, tengervízben ($\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$) 23,7 N, ismeretlen folyadékban pedig 25,8 N. Mekkora a test és az ismeretlen folyadék sűrűsége?

a) A test tömege tehát 3,8 kg. A vízben felhajtóerő hat rá, melynek nagysága $38 \text{ N} - 23,7 \text{ N} = 14,3 \text{ N}$. De a felhajtóerő ismert képlete értelmében ez az erő $F_f = \rho_k \cdot g \cdot V_t$. Behelyettesítve:

$$14,3 \text{ N} = 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot V_t, \text{ és innen a test térfogata } \underline{V_t \approx 0,001402 \text{ m}^3}.$$

A test sűrűsége pedig $\rho = m/V_t \approx 3,8 \text{ kg} / 0,001402 \text{ m}^3 \approx \underline{2710,5 \text{ kg/m}^3}$.

b) Az ismeretlen folyadékban is felhajtóerő hat, ennek nagysága $38 \text{ N} - 25,8 \text{ N} = 12,2 \text{ N}$.

A felhajtóerő képlete szerint $12,2 \text{ N} = \rho_k \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,001402 \text{ m}^3$; tehát az ismeretlen folyadék sűrűsége $\underline{\rho_k \approx 870,2 \text{ kg/m}^3}$.

Megjegyzés: a levegőben is hat felhajtóerő a testre, de ezt a feladat megoldásakor nyugodtan elhanyagolhatjuk. Ha mégis figyelembe vesszük, akkor ez az eredményben kb. 1 ezrelék eltérést okoz.

- 4) Hány db elektron van 1 mg konyhasóban? Hány Cb töltést jelentene ez?

A konyhasó, Na Cl moláris tömege kb. 58,5 g/mol. 1 mol anyagban $6 \cdot 10^{23}$ molekula van; minden molekulában 1 Na és 1 Cl atom. 1 Na atomban 11 db elektron van, 1 Cl atomban pedig 17 db; összesen tehát 1 molekula konyhasó 28 elektront tartalmaz.

Mivel nekünk 1 mg = 0,001 g konyhasó elektronjainak száma kell, kiszámítjuk, hogy hány atom van ebben a sómennyiségben. 1 mg konyhasó $n = 0,001 \text{ g} / 58,5 \text{ g/mol} \approx \underline{1,7094 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}$.

Ebben összesen $N = n \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 1,7094 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 1,026 \cdot 10^{19}$ molekula van; ennyi molekulában pedig $28 \cdot N \approx \underline{2,872 \cdot 10^{20} \text{ darab}}$ elektron található.

Össztöltésüket megkapjuk, ha a darabszámot megszorozzuk 1 elektron töltésével, ami $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb. Tehát $Q = 2,872 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx \underline{45,9 \text{ coulomb}}$.

Csaba G. ...

10. osztály:

- 1) Felszálláshoz készülő repülőgép 120 km/h sebességgel gurul a kifutópályán. 3 m átmérőjű légcsavarja percenként 600 fordulattal pörög. Mekkora a légcsavar szélső pontjának sebessége a talajhoz képest?

A propeller szélső pontja egyenletes körmozgást végez, kerületi sebessége $v = 2\pi r / T = 94,2477 \text{ m/s}$.

De a légcsavar a repülőgéppel együtt előre is halad 120 km/h = 33,33 m/s sebességgel. A két sebességösszetevő egymásra merőleges, eredőjük tehát Pythagoras tételével $v \approx 99,96 \text{ m/s} \approx 360 \text{ km/h}$.

- 2) Asztalra tett kötél és az asztallap között a súrlódási együttható 0,2. A kötél hosszának hányad része lóghat le az asztalról, ha nem akarjuk, hogy az egész kötél lecsússzon?

Ha a kötél még nyugalomban van, akkor annak teljes súlyát kiegyensúlyozza az asztallap. Ezért a súrlódási erő $F_s \leq \mu m g$. Hogy az egyensúly fennmaradjon, a kötelet legfeljebb ekkora erő húzhatja az asztal szélé felé. De a húzóerő a kötél lelógó részének súlya. Ha a kötél hosszának c -szerese lóg le az asztalról ($c < 1$), akkor $F_s = F_{\text{húzó}}$, azaz $\mu m g \geq c m g$. Így $c \leq \mu = 0,2$. Tehát legfeljebb a kötél egyötöde lóghat le.

- 3) 1 kg tömegű alumínium test egy kétkarú mérleg egyik karjáról egy edény petróleumba lóg. 0°C-on a petróleum sűrűsége 810 kg/m^3 , az alumíniumé 2700 kg/m^3 . Hány g tömeget kell tenni a mérleg másik serpenyőjébe, hogy egyensúly alakuljon ki? És akkor mennyit, ha a petróleum az alumínium testtel együtt 70°C-ra melegszik? ($\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$; $\beta_{\text{petr}} = 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; a test teljesen belemerül a petróleumba)

a) 0°C-on $V_{\text{Al}} = 1 \text{ kg} / 2700 \text{ kg/m}^3$, és $F_f = \rho_k g V_t = \frac{810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2700 \frac{1}{\text{m}^3}} = 3 \text{ N}$. Tehát az 1 kg tömegű testet $F =$

$10 \text{ N} - 3 \text{ N} = 7 \text{ N}$ erővel lehet megtartani, a másik serpenyőbe ennek megfelelően $m \approx 0,7 \text{ kg}$ tömeget kell tennünk.

b) 70°C-on a petróleum sűrűsége az ismert összefüggésből $\rho_p = \frac{810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1 + 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}} = 761 \text{ kg/m}^3$; a test térfogata

viszont $V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta t) \approx 3,7224 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$. Így a rá ható felhajtóerő most

$F_f = \rho_k g V_t = 761 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 3,7224 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \approx 2,833 \text{ N}$. A testet most $G - F_f \approx 7,17 \text{ N}$ erővel tart-hatjuk meg, így a másik serpenyőbe $m \approx 0,717 \text{ kg}$ tömeget kell tenni.

- 4) Mindkét végén zárt, vízszintes, 1 m hosszú üvegcső közepén 20 cm hosszú higanycsepp van. Ha a csövet függőleges helyzetbe fordítjuk, a csepp 10 cm-rel mozdul el. Mekkora a bezárt gáz nyomása a cső két oldalán a függőlegesbe fordítás előtt, illetve utána?

Legyen a csőben a gáz nyomása kezdetben p , a megfordítás után felül p_1 , alul p_2 , a cső keresztmetszete A . A higanycsepp egyensúlyban van, ezért világos, hogy

$$p_2 = p_1 + p_{\text{Hg}}. \quad (1)$$

A levegőoszlop hossza kezdetben 40 cm, a megfordítás után felül 50 cm, alul 30 cm; a higany nyomása pedig $p_{\text{Hg}} = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_{\text{Hg}} = 27200 \text{ Pa}$.

A Boyle-Mariotte törvény szerint $p \cdot A \cdot 40 \text{ cm} = p_1 \cdot A \cdot 50 \text{ cm} = p_2 \cdot A \cdot 30 \text{ cm}$.

Innen $p_1 = 4p / 5$, és $p_2 = 4p / 3$. Ezeket az (1) egyenletbe írva:

$$4p / 3 = 27200 \text{ Pa} + 4p / 5. \text{ Ebből pedig } p = 5,1 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

Ezt visszaírva a Boyle-Mariotte törvénybe, megkapjuk, hogy $p_1 = 4,08 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, és $p_2 = 6,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

Csaba G.