Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny
1992

MEGOLDÁSOK

1.
Adatok: m = 12 kg, ρ = 0,24·10^3 kg/m^3, m_e = 60 kg, ρ_e = 1,06·10^3 kg/m^3, ρ_1 = 10^3 kg/m^3, ρ_2 = 1,04·10^3 kg/m^3

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

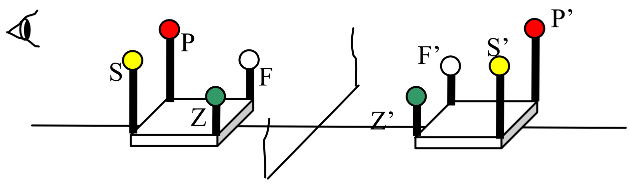
$V^* \approx V_e - \frac{4R^3\pi}{3} = 0{,}96\, V_e$, ahol R = 0,1 m.

Az erők egyensúlya:
$mg + Nm_eg = (V + NV^*)\rho_{víz}g$.

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

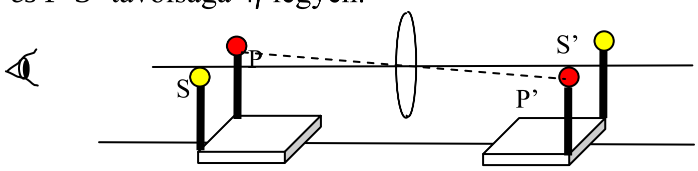
A második esetben különösen érzékeny az eredmény a víz fölé emelkedő testrész térfogatának becslésére. Ha $V^* \approx V_e$, akkor N_1 = 11, de N_2 = 35!

2.
1. ábra: A tárgy és kép közé szimmetrikusan síktükör volt téve.



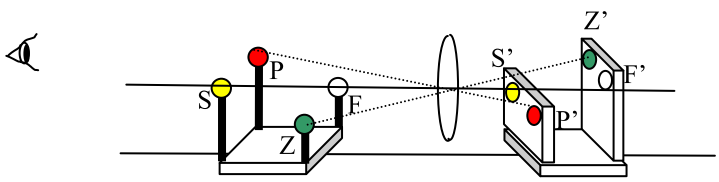
1. ábra

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: $p_1 = 10^5$ Pa, $p_2 = 1{,}5\cdot10^5$ Pa, n =0,5 mol, $N = 1{,}2\cdot10^{23}$, f =5, T_M = 300 K, Q = 25 J, $T_B = T_M$

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

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

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

Továbbá: T_A =139,6 K, T_C = 200 K.

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

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

4.

Adatok c_v = 4180 J/(kg·K), $L_f = 2{,}26\cdot10^6$ J/kg, η =0,9

A desztillált víz mennyisége 1 nap alatt $M = 10^3$ kg.

A desztilláláshoz a vizet a fűtőberendezés 20 °C-ról melegíti 100 °C-os gőzzé. Az ehhez szükséges hő a fűtőtest hasznos munkája:

$Q = Mc_v(100\text{ °C} - 20\text{ °C}) + L_fM = 2{,}34\cdot10^9$ J.

A fűtőtest ehhez szükséges teljesítménye

$$P = \frac{Q}{\eta\cdot 1\text{nap}} = \frac{2{,}34\cdot10^9}{0{,}9\cdot24\cdot3600}\text{ W} = \underline{\underline{30\text{ kW}}}.$$

b) A hűtőnek leadott hőmennyiség 1 nap alatt $Q_{le} = Mc_v(100\text{ °C} - 25\text{ °C}) + L_fM = 2{,}573\cdot10^9$ J.

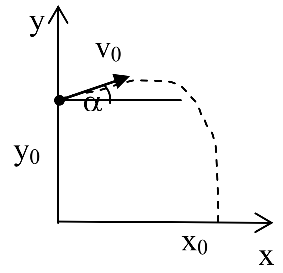
Ezzel a hővel előmelegítik a 20 °C-os vizet 80 °C-ra. Ennyi hő 1 nap alatt

$m^* = \dfrac{Q_{le}}{c_v\cdot60} = 10{,}26\cdot10^3$ kg vizet tud felmelegíteni.

Így a rendszeren percenként $m = \dfrac{m^*}{24\cdot60} = 7{,}12$ kg, azaz $\underline{\underline{\text{7,12 liter}}}$ hűtővizet kell átáramoltatni.

5.

Adatok: v_0 = 2 m/s, α =30°, y_0 = 0,5 m, a_0 = 1,2 m/s^2

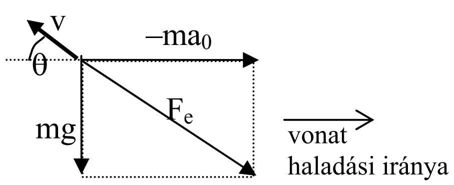


Ha a = 0, akkor a vonat inercia rendszer:

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

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

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

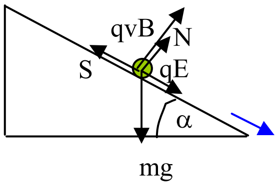


Ha a vonat gyorsulása a_0 , akkor a vonathoz rögzített rendszerben a labdára mg helyett a F_e eredő erő hat. Ha a kezdősebesség párhuzamos az eredővel, de ellentétes irányú, akkor a labda egyenes vonalú mozgást végez, „előre" halad, megáll, és „visszafordul". Ehhez szükséges, hogy tg θ = g/a legyen, azaz θ = 83,2 °

6.
Adatok: M = 1,5·10^3 kg, P = 40·10^3 W, α = 10°. k = 04 kg/s, g = 9,81 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:

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

7.
Adatok: m = 2·10^{-3} kg, α = 30°, μ = 0,1, E = 10^4 N/m, B = 0,1 T, v = 2 m/s, g = 10 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.
$qE + mg \sin\alpha - \mu N = 0$.
$N = mg\cos\alpha - qvB$

$$\text{Ebből } q = -\frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{E + \mu vB} = \underline{\underline{-8{,}26\cdot10^{-7}\ \text{C}}}.$$

(Az adatok szerint $E \gg \mu vB$)

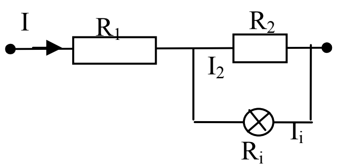
b) A test felfelé mozog, ekkor S lefelé mutat, így a qE irányul felfelé, tehát q negatív.
$qE = mg \sin\alpha + \mu N$
$N = mg\cos\alpha - qvB$

$$\text{Ez alapján } q = -\frac{mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}{E + \mu vB} = \underline{\underline{-1{,}17\cdot10^{-6}\ \text{C}}}.$$

c) Ha elvesszük a lejtőt, akkor a nyomóerőt és súrlódást szüntettük meg. A test úgy mozog mint a b) esetben: „felfelé". és q <0.
$qE = mg \sin\alpha$
$mg\cos\alpha = qvB$

$$\text{Ebből } \frac{|q|}{m} = \frac{g\sin\alpha}{E} = 5\cdot10^{-4}\ \text{C/kg},\quad v = \frac{mg\cos\alpha}{|q|E} = \underline{\underline{1{,}73\cdot10^{5}\ \text{m/s}}}.$$

8.
Adatok: U =220 V, P = 10^3 W, U_i = 6 V, P_i = 3 W.
Az izzó a fűtőszál egy részével van párhuzamosan kapcsolva:



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

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

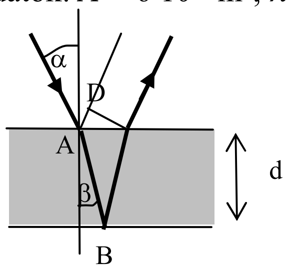
$$R_2 = \frac{U_i}{I_2} = 1{,}483\ \Omega,\quad R_1 = \frac{U - U_i}{I} = 47{,}08\ \Omega.$$

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

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

9.

Adatok: $A = 6\cdot10^{-4}$ m², $\lambda = 5\cdot10^{-7}$ m, $n = 1{,}33$, $\rho = 10^3$ kg/m³, $\Delta m = 0{,}1$ mg, $\alpha = 30°$



A sűrűbb közeg határáról való visszaverődéskor létrejövő 180°-os fázisugrás miatt az erősítés feltétele:

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

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

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

$m_k = Ad_k = 6{,}06\,(2k+1)\cdot10^{-2}$ mg , $k = 0, 1, 2, \ldots$

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

Merőleges megvilágításnál $2\,d_k\,n = (2l+1)\dfrac{\lambda^*}{2}$ az erősítés feltétele. A látható tartományban pl. $k = l$ esetén $\lambda^* = 5{,}33\cdot10^{-7}$ m.

10.

Adatok: $T_1 = 293$ K, $T_2 = 273$ K, $m = 10$ kg, $c = 4180$ J/(kg·K), $L_o = 3{,}337\cdot10^5$ J/kg, $\Delta T = 20$K, $á = 3{,}70$ Ft/kWh

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

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

a) $Q = mc\,\Delta T + mL_0 = 4{,}173\cdot10^6$ J $= 1{,}16$ kWh

$W = \dfrac{Q}{\eta}$, ÁR $= W\cdot á = \underline{\underline{0{,}31\text{ Ft}}}$.

b) A konyha belső energiájának növekedése $\Delta E = Q = \underline{\underline{4{,}173\cdot10^6\text{ J}}}$.