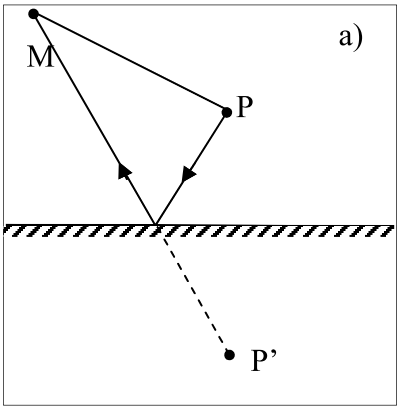
Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny
1993
MEGOLDÁSOK

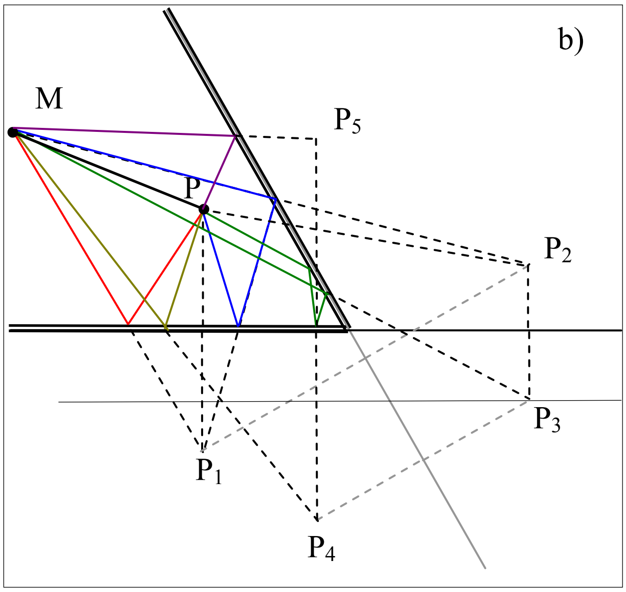
1.

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: $m = 1$ kg, $t_j = 0$ °C, $t_v = 25$ °C, $t_k = 4$ °C

A jég hőt vesz fel, amíg felolvad és 4 °C-ra melegszik. A víz hőt ad le, amíg lehűl. 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: $W_k = -p\Delta V = 10$ J.

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

3.

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

Az állapotegyenlet alapján:

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

A gáz által állandó nyomáson végzett munkából kapjuk:

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

A sűrűségre nyert összefüggésből a moláris tömeg kiszámítható: $M = 28$ g. A gáz tehát nitrogén vagy szénmonoxid. A gáz által felvett hő:

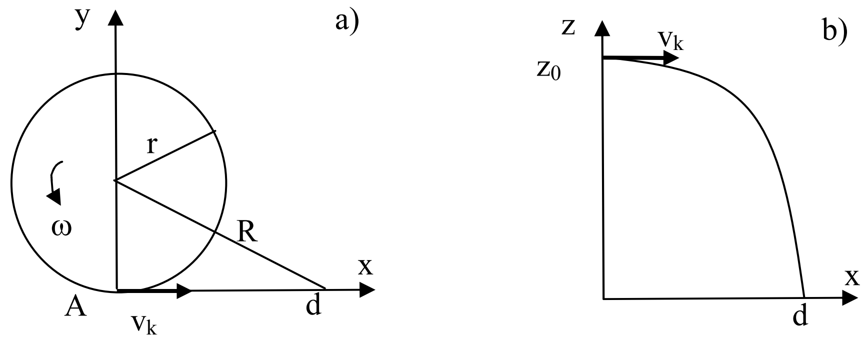
$$Q = W_g + \Delta E = p(V_2 - V_1) + \frac{5}{2} N\, k\,(T_2 - T_1) = \frac{7}{2} p(V_2 - V_1) = \underline{\underline{367{,}5 \text{ J}}}.$$

4.
a) Írjuk fel a lábra ható erők egyensúlyát:
$H + T \cos 70° = F \cos 60°$ (1)
$F \sin 60° + T \sin 70° = V$ (2)
és az O pontra vonatkozó forgatónyomatékok egyensúlyát:
$\frac{3}{4} L\, V = L\, T \sin 70°$ (3)

Kapjuk, hogy $T = \dfrac{3F \sin 60°}{\sin 70°} = 2{,}76F$, $V = 4F \sin 60° = 3{,}46F$,
$H = F \cos 60° - T \cos 70° = -0{,}45F$.

b) Adatok: $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$, $m = 80$ kg, $F = \dfrac{mg}{2} = 400$ N.
A tapadási súrlódás biztosítja, hogy a futó az adott gyorsulással el tud indulni: $ma = 2S$ (két lába van), innen a tapadási súrlódási erő: $S = 80$ N.
Az a) ponthoz hasonlóan felírhatjuk az ábra szerinti erők és forgatónyomatékok egyensúlyát:
$H + T \cos 70° + S \sin 60° = F \cos 60°$ (1')
$F \sin 60° + T \sin 70° + S \cos 60° = V$ (2')
$\frac{3}{4} L\, V = L\, T \sin 70°$ (3')
Ezeket az egyenleteket megoldva:
$T = \dfrac{3}{\sin 70°}(F \sin 60° + S \cos 60°) = \underline{1234\ \mathrm{N}}$, $V = 4(F \sin 60° + S \cos 60°) = \underline{1546\ \mathrm{N}}$.
$H = F \cos 60° - S \sin 60° - T \cos 70° = \underline{-291\ \mathrm{N}}$.

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



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.
$\omega = 2\pi n = 21/22\pi\ \mathrm{s^{-1}} = 3\ \mathrm{s^{-1}}$, $v_k = \omega r = 21/22\pi \cdot 0{,}5 = 1{,}5$ m/s.
A koordináták az idő függvényében: $x = v_k t$, $z = z_0 - g/2\, t^2$.
Ebből: $t = \sqrt{\dfrac{2z_0}{g}}$, $d = v_k t = 0{,}82$ m.
Ezek az esőcseppek egy R sugarú körív mentén fognak elhelyezkedni az a) szerint:
$R^2 = d^2 + r^2$, $R = \underline{\underline{0{,}96\ \mathrm{m}}}$.

6.

Adatok: I_1 = 1 mA, I_2 = 4 mA, U_0 = 4,5 V, R_b = 2 Ω.

Az ampermérők ellenállása legyen r. Kirchhoff törvényeit alkalmazva az áramkörre:

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

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

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

$I_4 + I_3 = I_5$ (4)

$I_1 + I_2 = I_4$ (5)

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

7.

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

a) A fonal megfeszülése előtti pillanatban:

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

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

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

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

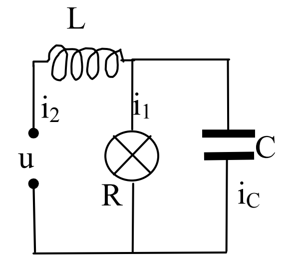
c) t idő múlva a mozgásegyenletek: $\theta\beta = KR$, $ma = mg - K$, $a = \beta R$.

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

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

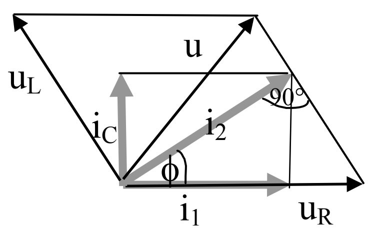
8.

Az első kapcsolás szerint: $Z_1^2 = (L\omega)^2 + R^2$, $i_1 = \dfrac{u}{Z_1}$, $u_R = Ri_1$.



A második kapcsolás esetén az izzón (az ohmos ellenálláson) a feszültség ugyancsak u_R , ami a párhuzamosan kapcsolt kondenzátor feszültségével fázisban is megegyezik:

$Ri_1 = \dfrac{1}{C\omega}i_C$. A kondenzátor $i_C = RC\omega\, i_1$ árama u_C-hez képest 90°-kal siet. A főágban folyó i_2 áram megszerkeszthető, ehhez képest u_L 90°-kal siet. Az eredő feszültség megszerkesztése után a feszültségekre vonatkozó háromszögre felírva a koszinusz tételt:



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

és alkalmazva ezeket a további összefüggéseket

$\cos(90° - \phi) = \sin\phi = \dfrac{i_C}{i_2}$,

$i_2^2 = i_1^2 + i_C^2 = i_1^2\,[1 + (RC\omega)^2]$, $u_L = i_2 L\omega$, kapjuk hogy $C = \dfrac{2}{L\omega^2}$ = $\underline{\underline{20{,}3\ \mu\text{F}}}$.