Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny
1995
MEGOLDÁSOK

1.
$r_0 = 1$ m, $\alpha = 1{,}2\cdot10^{-5}$ 1/°C, $s = 100$ km, $t_1 = -25$ °C, $t_2 = 25$ °C,
$k(t) = 2r(t)\pi$, $r(t) = r_0(1 + \alpha\,\Delta t)$,

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

A különbség közel 10 fordulat. *20 pont*

2.
$m = 0{,}1$ kg, $\Delta T = 5$ K, $f = 3$, $M = 20$ g.

$p_1 = \alpha V_1$, $p_2 = \alpha V_2$, $N = \frac{m}{M} N_A = 3\cdot10^{24}$, I. főtétel: $Q + W = \Delta E$, $\Delta E = \frac{f}{2} Nk\Delta T$ *5 pont*

$$-W = \frac{p_1+p_2}{2}(V_2 - V_1) = \frac{\alpha(V_1+V_2)}{2}(V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2}(V_1^2 - V_2^2)$$

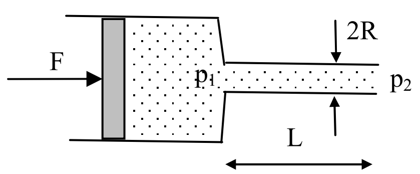
$$= \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} Nk(T_2 - T_1)$$ *10 pont*

$Q = -W + \Delta E = 2\,Nk\Delta T = \underline{\underline{414\text{ J.}}}$ *5 pont*

3.
$m = 1$ kg, $t_1 = -10$ °C, $c = 4{,}2$ kJ/(kg·°C), $L_0 = 334$ kJ/kg.
A halmazállapot változáskor felszabaduló hő a túlhűtött 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:

$mc(t_0 - t_1) = m_j L_0$, ahonnan $m_j = \frac{mc(t_0 - t_1)}{L_0} = \underline{\underline{0{,}126\text{ kg}}}$. *20 pont*

4.



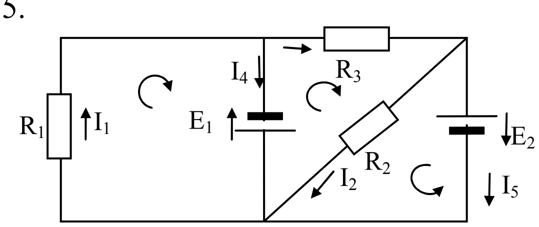
5 pont

$V = 10^{-6}$ m^3, $t = 3$ s, $B = 260$ 1/(Pa·s),
$A = 8\cdot10^{-5}$ m^3, $R = 4\cdot10^{-4}$ m^3, $L = 4$ cm, $p_1 = 1900$ Pa,

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

Innen $F = p_2 A = \left(\frac{VL}{BR^4 t} + p_1\right)A = \underline{\underline{0{,}312\text{ N}}}$. *15 pont*

5.



$E_1 = 6$ V, $E_2 = 3$ V, $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 4\ \Omega$,
$R_3 = 2\ \Omega$.
Kirchhoff törvényeit alkalmazzuk. Az ellenállásokon átfolyó áramok:
$R_1 I_1 - E_1 = 0 \quad\Rightarrow\quad I_1 = 1$ A.
$R_2 I_2 - E_2 = 0 \quad\Rightarrow\quad I_2 = 0{,}75$ A.

$R_2I_2 + R_3I_3 + E_1 = 0 \quad \Rightarrow I_3 = \dfrac{-E_1 - R_2I_2}{R_3} = -4{,}5$ A. *12 pont*

A telepeken átfolyó áramok: $I_4 = I_1 - I_3 = \underline{\underline{5{,}5\ \text{A}}}$, $I_5 = I_2 - I_3 = \underline{\underline{5{,}25\ \text{A}}}$ *8 pont*

6.

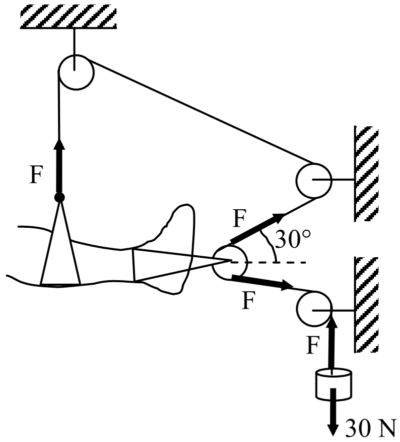
$F = 30$ N

A lábra ható vízszintes (nyújtó) erő:

$F_v = F + F\cos 30° = 56$ N. *10 pont*

A függőleges (emelő) erő pedig:

$F_f = F + F\sin 30° = 45$ N. *10 pont*



7.

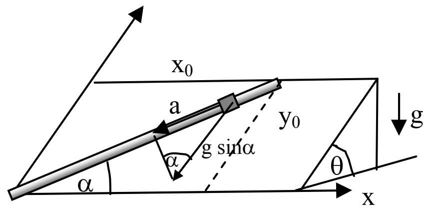
$g = 10$ m/s^2, $\theta = 30°$, $x_0 = 3$ m, $y_0 = 4$ m

$\text{tg}\,\alpha = \dfrac{x_0}{y_0} = \dfrac{4}{3}$, $\sin\alpha = \dfrac{4}{5}$.

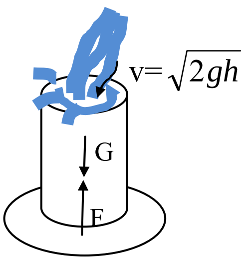
$a = g\sin\theta\cdot\sin\alpha = g\cdot\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{4}{5} = \underline{\underline{4\ \text{m/s}^2}}$. *12 pont*

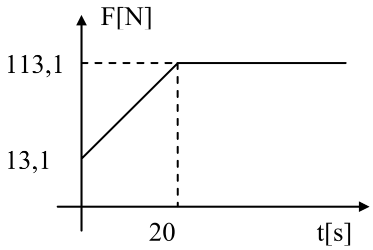
$s = \dfrac{y_0}{\sin\alpha} = 5$ m. $\quad t = \sqrt{\dfrac{2s}{a}} = 1{,}58$ s. *4 pont*

$v = at = 6{,}32$ m/s. *4 pont*



8.





4 pont

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

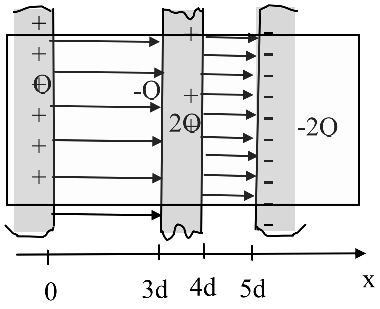
$F(t) = G + G_v(t) + \dfrac{\Delta\rho}{\Delta t}$, ahol az utolsó tag a befolyó víz impulzusváltozásából ered, a víz impulzusa a vödörben 0-ra csökken. A víz tömege $t_1 = \dfrac{V\rho}{I} = 20$ s-ig változik, azután állandó.

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

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

$F(t) = F(t_1) = 113{,}1$ N, ha $t \ge t_1$ *6 pont*

9.
Tekintsük a lemezek *A* felületű darabját



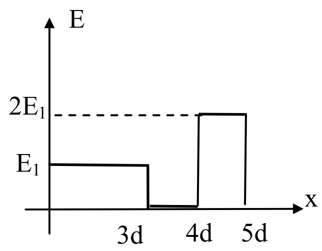
$Q = \sigma A, \quad C_1 = \varepsilon_0 \dfrac{A}{3d}, \quad C_2 = \varepsilon_0 \dfrac{A}{d},$

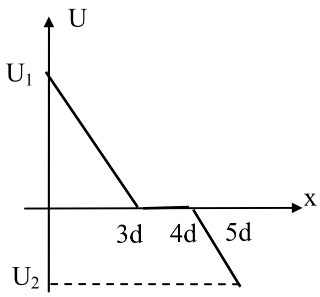
$\sigma_1 = -\dfrac{Q}{A} = -\sigma, \quad \sigma_2 = \dfrac{2Q}{A} = 2\sigma$ *6 pont*

$U_1 = \dfrac{Q}{C_1} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} 3d, \quad U_2 = \dfrac{-2Q}{C_2} = \dfrac{-2\sigma}{\varepsilon_0} d,$

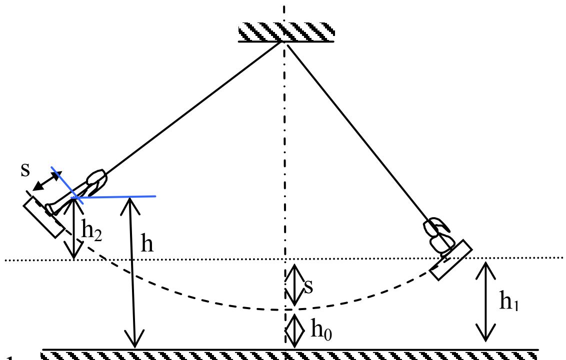
$U = U_1 - U_2 = \dfrac{5\sigma d}{\varepsilon_0}$ *8 pont*

$E_1 = \dfrac{U_1}{3d} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}, \quad E_2 = \dfrac{-U_2}{d} = \dfrac{2\sigma}{\varepsilon_0}.$ *6 pont*





10.
$l = 3{,}7$ m, $\Theta_0 = 4$ kg·m^2, $h_1 = 1{,}2$ m, $h_0 = 0{,}6$ m, $s = 0{,}6$ m.



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

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

Emiatt az energiatétel és perdülettétel alkalmazásánál a lányt tömegpontnak tekinthetjük.

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

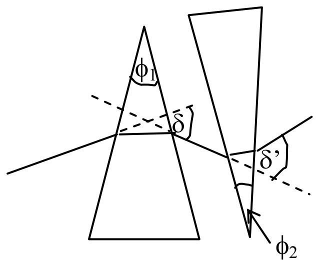
Felírható a perdületmegmaradás:

$\omega_1\Theta_1 = \omega_2\Theta_2$, ahol $\omega_2 = \dfrac{v_2}{l-s}$, tehát $\omega_2 = \dfrac{v_1}{l}\dfrac{l^2}{(l-s)^2}$ *10 pont*

$h = \dfrac{v_2^2}{2g} + h_1 = \dfrac{l^2}{(l-s)^2} h_0 + h_1$, ahonnan h = 0,85 m + 1,2 m = $\underline{\underline{2{,}05 \text{ m}}}$. *5 pont*

A feladatot a Θ-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 prizmát eltávolítani egymástól úgy, hogy a közös törőfelületük párhuzamos maradjon. A két prizma által együttesen létrehozott δ' 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

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

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

$$\phi_1 = \frac{n_C - n_F}{n'_C - n'_F}\phi_2 = \underline{\underline{4{,}5°}}$$ *10 pont*

$$\delta'_D = (n_D - 1)\phi_1 - (n'_D - 1)\phi_2 = 2{,}25°$$ *5 pont*

12.

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

a) Az önindukciós feszültségek:

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

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

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

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

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

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

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

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

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