1. $\rho_{víz}$ = 998 kg/m^3, Δh_1 = 4,8 cm, Δh_2 = 1,6 cm.
   a) ρ_{fa} = ? b) Mikor alkalmazható?

a) Legyen a pohár állandó, *A* keresztmetszetű.
Először a test úszik, az úszás feltétele:
$mg = V_{be} \cdot \rho_{víz}\, g$, *3 pont*
ahol *m* a test tömege, V_{be} a test vízbe merülő részének térfogata, amire fennáll:
$V_{be} = A \cdot \Delta h_1$. *3 pont*
Ha a test teljesen vízbe merül, akkor a test *V* térfogata megegyezik a kiszorított víz térfogatával, azaz
$V = A \cdot (\Delta h_1 + \Delta h_2)$. *3 pont*
Így a fa sűrűsége:

$$\rho_{fa} = \frac{m}{V} = \frac{V_{be}\rho_{viz}}{V} = \frac{A\Delta h_1 \rho_{viz}}{A(\Delta h_1 + \Delta h_2)} = \frac{\Delta h_1 \rho_{viz}}{\Delta h_1 + \Delta h_2} = \frac{4{,}8\ \text{cm} \cdot 998\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{4{,}8\ \text{cm} + 1{,}6\ \text{cm}} = \underline{\underline{748{,}5\ \text{kg/m}^3}}.$$

3 pont

b) A módszer csak a víznél kisebb sűrűségű vízben nem oldódó szilárd testek sűrűségének meghatározásakor alkalmazható. *3 pont*

2. $s_{össz}$ = 190 km, $t_{össz}$ = 2 h 30 perc = 2,5 h, $v_{átl}$ = áll., s_1 = 85 km, $t_{késés}$ = 12 min = 0,2 h.
   a) t_1 = ? b) v_2 = ? c) a = ?, v = ?

a) A vonat átlagsebessége a teljes úton

$$v_{átl} = \frac{s_{össz}}{t_{össz}} = \frac{190\ \text{km}}{2{,}5\ \text{h}} = 76\ \text{km/h}.$$

Az idő Szegedtől Kecskemétig

$$t_1 = \frac{s_1}{v_{átl}} = \frac{85\ \text{km}}{76\ \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1{,}118\ \text{h} = 67{,}1\ \text{min}.$$ *5 pont*

b) A késés után a Kecskemét-Budapest közötti s_2 = 190 km – 85 km = 105 km nagyságú távolságot a vonatnak
$t_2 = t_{össz} - (t_{késés} + t_1)$ = 2,5 h – (0,2 h + 1,118 h) = 1,182 h
alatt kell megtennie. Így ezen a szakaszon az átlagsebesség

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{105\,\text{km}}{1{,}182\,\text{h}} = 88{,}83\ \text{km/h}\ (> 76\ \text{km/h}).$$ *5 pont*

c) Egyenletesen gyorsuló mozgást feltételezve fennáll, hogy

$$s_2 = \frac{a}{2} t_2^2,$$

amiből

$$a = \frac{2s_2}{t_2^2} = \frac{2 \cdot 105000\,\text{m}}{(1{,}182 \cdot 60 \cdot 60\,\text{s})^2} = 0{,}0116\ \text{m/s}^2.$$ *3 pont*

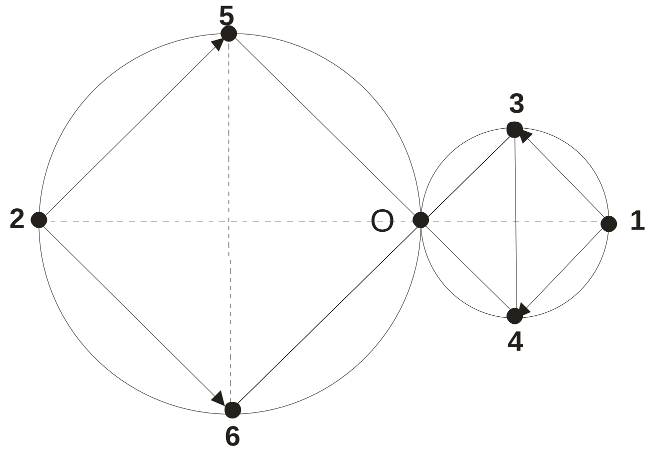
Az elért végsebesség:

$v = a \cdot t_2 = 0{,}0116\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1{,}182 \cdot 60 \cdot 60\ \text{s} = 49{,}36\ \text{m/s} = \underline{\underline{177{,}7\ \text{km/h}}}.$ *2 pont*

(Ezt a sebességet a vonatok a pálya állapota miatt nem érhetik el.)

3. $R = 300$ m, $r = R/2 = 150$ m, $D_1 = \sqrt{2}\,R$, $D_2 = \sqrt{2}\,r$.

a) $d = ?$ b) $\frac{v_M}{v_P} = ?$



a) Pista vagy a **3** vagy a **4** pontban, míg Miska vagy az **5** vagy a **6** pontban van akkor, amikor elmozdulásaik nagysága saját körpályájuk sugarának $\sqrt{2}$ -szöröse. Kimutatható, hogy a **3,** az *O* és a **6** pontok, illetve az **5,** az *O* és a **4** pontok egy egyenesen vannak. Könnyen bizonyítható, hogy a **3**, az *O* és az **5** pontok, illetve a **4,** az *O* és a **6** pontok által meghatározott háromszögek derékszögűek. Így a fiúk egymástól mért távolsága:

$$d = \overline{\mathbf{4},O,\mathbf{5}} = \overline{\mathbf{3},O,\mathbf{6}} = D_1 + D_2 = R\sqrt{2} + r\sqrt{2} = R\sqrt{2} + \frac{R}{2}\sqrt{2} = R\sqrt{2}(1+\frac{1}{2}) = \frac{3}{2}R\sqrt{2} =$$

$$d = \frac{3}{2} \cdot 300\,\text{m}\sqrt{2} = \underline{\underline{636{,}4\ \text{m}}}.$$ *3 pont*

$$d' = \overline{\mathbf{3},\mathbf{5}} = \overline{\mathbf{4},\mathbf{6}} = \sqrt{D_1^2 + D_2^2} = \sqrt{(R\sqrt{2})^2 + (r\sqrt{2})^2} = \sqrt{2R^2 + 2r^2} =$$

$$d' = \sqrt{2 \cdot (300\,\text{m})^2 + 2 \cdot (150\,\text{m})^2} = \underline{\underline{474{,}3\ \text{m.}}}$$ *4 pont*

b) A fiúk azonos ideig futnak, így sebességeik aránya megegyezik megtett útjaik arányával. Ha legfeljebb csak egyszeri körülfutást engedünk, akkor a megtett út a körök kerületének egynegyede vagy háromnegyede lehet. Így Pista lehetséges útjai:

$$s_P = \frac{2r\pi}{4} = \frac{r\pi}{2}, \qquad s'_P = 2r\pi\frac{3}{4} = \frac{3r\pi}{2}.$$ *1+1 pont*

Miska lehetséges útjai:

$$s_M = \frac{2R\pi}{4} = \frac{R\pi}{2}, \qquad s'_M = 2R\pi\frac{3}{4} = \frac{3R\pi}{2}.$$ *1+1 pont*

A sebességek lehetséges arányai:

$$\left(\frac{v_M}{v_P}\right)_1 = \frac{s_M}{s_P} = \frac{\frac{R\pi}{2}}{\frac{r\pi}{2}} = \frac{R}{r} = \underline{\underline{2}}.$$ *1 pont*

$$\left(\frac{v_M}{v_P}\right)_2 = \frac{s_M}{s'_P} = \frac{\frac{R\pi}{2}}{\frac{3r\pi}{2}} = \frac{R}{3r} = \underline{\underline{\frac{2}{3}}}.$$ *1 pont*

$$\left(\frac{v_M}{v_P}\right)_3 = \frac{s'_M}{s_P} = \frac{\frac{3R\pi}{2}}{\frac{r\pi}{2}} = \frac{3R}{r} = \underline{\underline{6.}}$$ *1 pont*

$$\left(\frac{v_M}{v_P}\right)_4 = \frac{s'_M}{s'_P} = \frac{\frac{3R\pi}{2}}{\frac{3r\pi}{2}} = \frac{3R}{3r} = \underline{\underline{2}}.$$ *1 pont*

4. $I_2 = 0{,}6$ A

a) $\frac{U_1}{U_2} = ?$, b) $I = ?$, $I_1 = ?$

a) Az eredő ellenállás az első kapcsolásban

$$R_{er} = \frac{1}{\frac{1}{R}+\frac{1}{R}} + R = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R\,.$$ *3 pont*

Az eredő ellenállás a második kapcsolásban:

$$R_{er} = \frac{1}{\frac{1}{R}+\frac{1}{R+R}} = \frac{2}{3}R\,.$$ *3 pont*

Mivel a telepeken átfolyó áramok erősségei egyenlőek, így fennáll

$U_1 = I\,R_{er} = I\cdot\frac{3}{2}R$, $U_2 = I\,R_{er} = I\cdot\frac{2}{3}R$. *1+ 1 pont*

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I\cdot\frac{3}{2}R}{I\cdot\frac{2}{3}R} = \frac{9}{4} = \underline{\underline{2{,}25}}.$$ *1 pont*

b) A második kapcsolásban a két R ellenállást tartalmazó ágban az áram erőssége nyilván

$$I' = \frac{I_2}{2} = 0{,}3 \text{ A},$$ *2 pont*

így a telepen átfolyó áram erőssége

$I = I_2 + I' = 0{,}6$ A + 0,3 A = $\underline{\underline{0{,}9 \text{ A}}}$. *1 pont*

Az első lapcsolásban a párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon átfolyó áramok erősségei egyenlőek, összegük I-t adja. Így

$I = 2\cdot I_1$, amiből $I_1 = \frac{I}{2} = \frac{0{,}9\text{ A}}{2} = \underline{\underline{0{,}45 \text{ A}}}$. *3 pont*

5. $m = 60$ kg, $m = 12$ kg, $u = 3{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $s = 30$ m.

a) $u_1 = ?$ b) $\mu = ?$

a) A közös induló sebesség a lendület megmaradásból határozható meg:

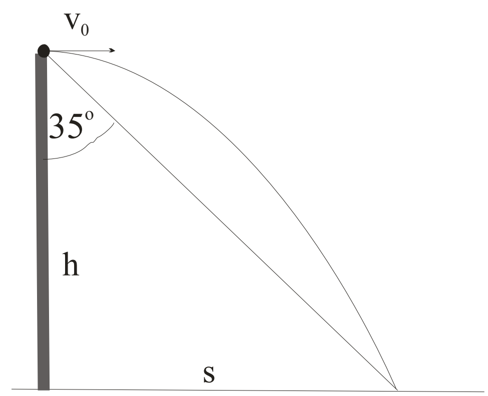
$M\,u + 0 = (M + m)\,u_1$, $\quad\Rightarrow\quad u_1 = \dfrac{Mu}{M+m} = \dfrac{60\,\text{kg}\cdot 3{,}8\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}}}{(60+12)\,\text{kg}} = \underline{\underline{3{,}17\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}}}}$. *7 pont*

b) A csúszásra a munkatételt lehet fölírni:

$\dfrac{1}{2}(M+m)u_1^2 = \mu(M+m)gs$. Ebből a súrlódási együttható:

$$\mu = \frac{u_1^2}{2\,g\,s} = \frac{(3{,}17\,\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2\cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 30\ \text{m}} = \underline{\underline{0{,}017}}.$$ *8 pont*

6. $t = 2{,}6$ s, $\alpha = 35°$, $g = 9{,}81\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$



$v_0 = ?$

A vízszintes hajításra vonatkozó összefüggések:

$s = v_0\,t,\ h = \dfrac{g}{2}t^2$, *5 pont*

Másrészt az ábra alapján:

$\text{tg}\,\alpha = \dfrac{s}{h} = \dfrac{v_0 t}{\frac{gt^2}{2}} = \dfrac{2v_0}{gt}$. *5 pont*

Innen kifejezhető a kezdősebesség:

$v_0 = \dfrac{gt}{2}\text{tg}\,\alpha = \dfrac{9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 2{,}6\ \text{s}}{2}\cdot \text{tg}\,35° = \underline{\underline{8{,}92\ \text{m/s}}}$. *5 pont*

7. $t_1 = 20$ °C, $l_1 = 0{,}5$ m, $t_2 = 103$ °C, $l_2 = 50{,}1$ cm $= 0{,}501$ m, $t_3 = 220$ °C, $d_3 = 60$ mm,
$t_4 = 120$ °C
$d_4 = ?$

A lineáris hőtágulás törvényét alkalmazva:
$l_2 = l_1(1 + \alpha\Delta t) = l_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$.
Ebből az α hőtágulási együttható:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1\,\Delta t} = \frac{0{,}501\,\text{m} - 0{,}5\,\text{m}}{0{,}5\,\text{m}\cdot(103\ °\text{C} - 20\,°\text{C})} = 2{,}41\cdot 10^{-5}\ (°\text{C})^{-1}.$$ *5 pont*

A lyuk tágulás szempontjából úgy viselkedik,
mintha a környezet anyagával volna kitültve, így fennáll: *3 pont*
$d_3 = d_{20}(1 + \alpha\Delta t') = d_{20}[1 + \alpha(220\ °\text{C} - 20\ °\text{C})]$, és *2 pont*
$d_4 = d_{20}(1 + \alpha\Delta t'') = d_{20}[1 + \alpha(120\ °\text{C} - 20\ °\text{C})]$. *2 pont*

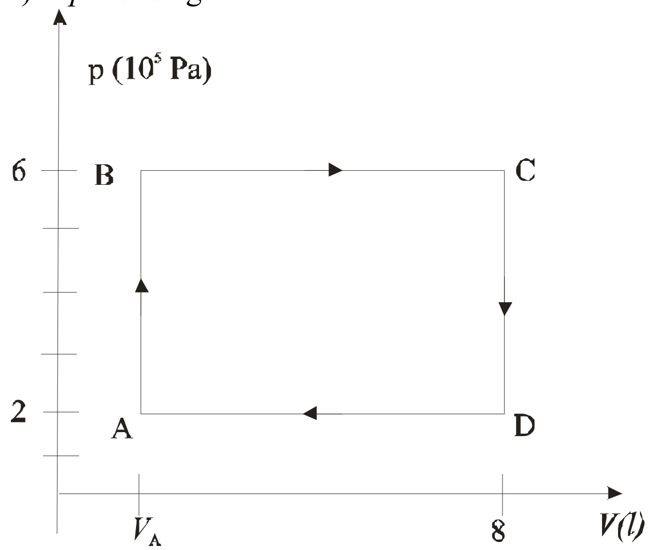
$$\frac{d_4}{d_3} = \frac{d_{20}[1+\alpha\cdot 100\ °\text{C}]}{d_{20}[1+\alpha\cdot 200\ °\text{C}]} = \frac{1+2{,}41\cdot 10^{-5}\,\frac{1}{°\text{C}}\cdot 100\ °\text{C}}{1+2{,}41\cdot 10^{-5}\,\frac{1}{°\text{C}}\cdot 200\ °\text{C}} = 0{,}9976$$

$d_4 = d_3 \cdot 0{,}9976 = 60\text{ mm} \cdot 0{,}9976 = \underline{59{,}86\text{ mm}}$. *3 pont*

8. $f = 3$, $n = 0{,}5$ mol, $N = 3 \cdot 10^{23}$, $W_{\text{hasz}} = 2000$ J, $p_B = p_C = 6 \cdot 10^5$ Pa, $V_C = V_D = 8$ liter $= 8 \cdot 10^{-3}$ m^3, $p_D = p_A = 2 \cdot 10^5$ Pa.

a) Ábrázolás b) $Q_{\text{fel}} = ?$

a) A $p - V$ diagram:



A hasznos munka a grafikon alapján:

$W_{\text{hasz}} = (V_D - V_A)(p_B - p_A)$, amiből

$$V_A = V_D - \frac{W_{hasz}}{p_B - p_A} = 8 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3 - \frac{2000\ \text{J}}{4 \cdot 10^5\ \text{Pa}} = \underline{\underline{3 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3 = 3\ \text{liter}}}.$$ *3 pont*

Az állapotegyenletet alkalmazva:

$p_A \cdot V_A = NkT_A$, így $T_A = \frac{p_A V_A}{Nk} = \frac{2 \cdot 10^5\ \text{Pa} \cdot 3 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3}{3 \cdot 10^{23} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}} = \underline{\underline{144{,}9\ \text{K}}}$. *1 pont*

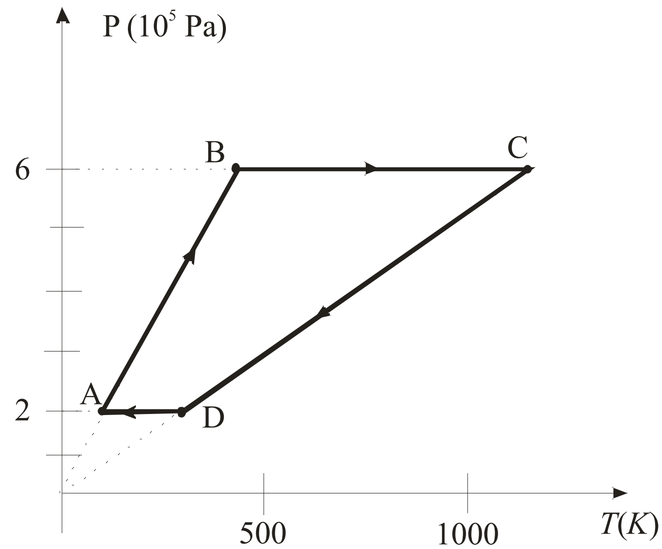
A Gay-Lussac törvény alapján:

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{p_B}{p_A},\ \text{így}\ T_B = \frac{p_B}{p_A} T_A = \frac{6 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{2 \cdot 10^5\ \text{Pa}} \cdot 144{,}9\ \text{K} = \underline{\underline{434{,}7\ \text{K}}},$$ *1 pont*

$$\frac{T_C}{T_B} = \frac{V_C}{V_B} = \frac{V_C}{V_A},\ \text{így}\ T_C = \frac{V_C}{V_A} T_B = \frac{8 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3}{3 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^{3}} \cdot 434{,}7\ \text{K} = \underline{\underline{1159{,}2\ \text{K}}},$$ *1 pont*

$$\frac{T_D}{T_C} = \frac{p_D}{p_C},\ \text{így}\ T_D = \frac{p_D}{p_C} T_C = \frac{2 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{6 \cdot 10^5\ \text{Pa}} \cdot 1159{,}2\ \text{K} = \underline{\underline{386{,}4\ \text{K}}},$$ *1 pont*

A p-T diagram



3 pont

b) Hőfelvétel az $A \rightarrow B$ és a $B \rightarrow C$ állapotváltozások során van:

$$Q_{AB} = C_V \Delta T = \frac{f}{2} Nk\Delta T = \frac{f}{2} Nk(T_B - T_A) =$$

$$= \frac{3}{2} 3\cdot 10^{23} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} (434{,}7\ \mathrm{K} - 144{,}9\ \mathrm{K}) = 1799{,}7\ \mathrm{J}.$$ *2 pont*

$$Q_{BC} = C_p \Delta T' = \frac{f+2}{2} Nk\Delta T' = \frac{f+2}{2} Nk(T_C - T_B) =$$

$$= \frac{5}{2} 3\cdot 10^{23} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} (1159{,}2\ \mathrm{K} - 434{,}7\ \mathrm{K}) = 7498{,}6\ \mathrm{J}.$$ *2 pont*

$Q_{fel} = Q_{AB} + Q_{BC} = 1799{,}7\ \mathrm{J} + 7498{,}6\ \mathrm{J} = \underline{\underline{9298{,}3\ \mathrm{J}}}$. *1 pont*

9. $v = 1{,}4$ m/s, $\alpha = 5{,}7°$, $g = 9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

$t = ?$

a) A lejtőn a pingvin állandó sebességgel csúszik le, tehát a rá ható erők eredője nulla: $mg\sin\alpha = \mu mg\cos\alpha$, ahol μ a súrlódási együttható. Az egyenletből μ meghatározható: $\mu = \mathrm{tg}\,\alpha$, azaz $\mu = \mathrm{tg}\,5{,}7° = 0{,}1$. *7 pont*

b) Tegyük föl, hogy a vízszintes szakaszon v sebességgel indul el (A lejtő szöge olyan kicsi, hogy a lejtő törés nélkül folytatódik a vízszintes úton) A vízszintes szakaszon végül a súrlódási erő fogja megállítani.

$a = \mu g$, $0 = v - at$, ebből a mozgás ideje: $t = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g} = \frac{1{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{0{,}1 \cdot 9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \underline{\underline{1{,}43\ \mathrm{s}}}$. *8 pont*

A pingvin egyébként a vízszintes szakaszon még $s = \frac{v^2}{2\mu g}$ =1 m utat tett meg, amit a munkatételből közvetlenül is meghatározhatunk.

10. $L_0 = 0{,}2$ m, $v = 3$ m/s, $x = 0{,}1$ m, $g = 9{,}81\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$y = ?$

a) A test egy vízszintes körpályán mozog, ennek sugara $r = L_0 + x = 0{,}3$ m. *2 pont*
A körpályán a rugóerő tartja meg:

$$D\,x = \frac{mv^2}{r}. \qquad \textit{3 pont}$$

Ebből a rugó állandó osztva a tömeggel (= ω^2) kifejezhető: $\dfrac{D}{m} = \dfrac{v^2}{rx}$ *5 pont*

b) Amikor a test a rugón függ, a rugóerő a testre ható gravitációs erővel tart egyensúlyt:

$$mg = Dy, \text{ azaz } y = \frac{m}{D}g = \frac{rx}{v^2}g = \frac{0{,}3\,\text{m}\cdot 0{,}1\,\text{m}}{9\,\dfrac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}\cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{0{,}0327\text{ m} = 3{,}27\text{ cm}}}\,. \qquad \textit{5 pont}$$

11. $m = 3\cdot 10^{-3}$ kg, $M = 6\cdot 10^{-3}$ kg $= 2m$, $q_1 = q_2 = q = 8\cdot 10^{-6}$ C, $x = 0{,}1$ m, $v = 125\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$,

$k = 9\cdot 10^9\,\dfrac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$.

$x_0 = ?$

A részecskék mozgására fölírható a lendület megmaradás (vagy a tömegközéppont nyugalomban marad), és az energia megmaradás törvénye.
Az M tömeg sebessége legyen x távolságban V, ekkor a lendület megmaradás törvénye alapján:

$m\,v = M\,V$, azaz $v = 2V$. *3 pont*

Ebből

$$V = \frac{v}{2} = 62{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}. \qquad \textit{2 pont}$$

Amíg rögzítve tartjuk őket, a rendszernek csak elektrosztatikus (potenciális) energiája van:

$$E_0 = k\frac{q^2}{x_0}$$

A megadott x távolságban mozgási energia is lesz:

$$E_0 = k\frac{q^2}{x} + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 = k\frac{q^2}{x} + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}2m\frac{v^2}{4} = k\frac{q^2}{x} + \frac{3}{4}mv^2\,. \qquad \textit{5 pont}$$

Legegyszerűbb, ha ezt az E_0 értéket ki is számítjuk:

$$E_0 = 9\cdot 10^9\,\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\,\frac{64\cdot 10^{-12}\,\text{C}^2}{0{,}1\,\text{m}} + \frac{3}{4}\cdot 3\cdot 10^{-3}\,\text{kg}\cdot(125\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 40{,}916\text{ J}.$$

Most már megkaphatjuk x_0 értékét:

$$x_0 = \frac{kq^2}{E_0} = 9\cdot 10^9\,\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\,\frac{64\cdot 10^{-12}\,\text{C}^2}{40{,}916\,\text{N}\cdot\text{m}} = \underline{\underline{0{,}14\cdot 10^{-3}\text{ m}}}. \qquad \textit{5 pont}$$

12. $S = \frac{P}{A} = 5\cdot10^{-13}\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$, d = 8,5 mm = $8{,}5\cdot10^{-3}$ m, λ = 510 nm = $510\cdot10^{-9}$ m, $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s,

$c = 3\cdot10^{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, t = 1 s

n = ?

A bagoly szemének területe: $A = \frac{d^2}{4}\pi = \frac{8{,}5^2\cdot10^{-6}\,\mathrm{m}^2\cdot3{,}14}{4} = 56{,}74\cdot10^{-6}\ \mathrm{m}^2$.

A bagoly még lát, ha a szemébe $W = SAt$ energia jut. *4 pont*

Ezt a fonok szállítják, tehát

másrészről $W = nh\nu$, és $\nu = \frac{c}{\lambda}$. *4 pont*

Így a fotonok száma másodpercenként:

$$n = \frac{SAt}{h\nu} = \frac{SAt}{hc}\lambda = \frac{5\cdot10^{-13}\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}\cdot56{,}74\cdot10^{-6}\,\mathrm{m}^2\cdot510\cdot10^{-9}\,\mathrm{m}}{6{,}63\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}\cdot3\cdot10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 72{,}8 \approx \underline{\underline{73}}.$$ *7 pont*

13. D = 175 mm = 0,175 m, $2r$ = 42,5 mm = $4{,}25\cdot10^{-2}$ m, $\lambda = 1{,}495\cdot10^{-11}$ m, $m = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg,

$Q = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C.

a) d = ? b) U = ?

a) Az erősítésre fennáll, hogy

$d \sin\alpha = k\lambda$, *2 pont*

ahol k = 1. Az ernyőn keletkező gyűrű sugarára teljesül, hogy

$\mathrm{tg}\alpha = \frac{r}{D} = \frac{2r}{2D}$, így *2 pont*

$\mathrm{tg}\alpha = \frac{4{,}25\cdot10^{-2}\,\mathrm{m}}{2\cdot0{,}175\,\mathrm{m}} = 0{,}1214$ és $\sin\alpha = 0{,}1205$. *1 pont*

A grafit rácsállandója tehát:

$d = \frac{k\lambda}{\sin\alpha} = \frac{1\cdot1{,}495\cdot10^{-11}\,\mathrm{m}}{0{,}1205} = \underline{\underline{1{,}241\cdot10^{-10}\ \mathrm{m}}}$. *2 pont*

b) A de Broglie összefüggés alapján az elektron lendülete:

$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}}{1{,}495\cdot10^{-11}\,\mathrm{m}} = 4{,}435\cdot10^{-23}\ \mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. *3 pont*

A gyorsítófeszültség révén nyer az elektron lendületet:

$eU = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} = \frac{p^2}{2m}$, így a gyorsítófeszültség értéke:

$$U = \frac{p^2}{2m \cdot e} = \frac{(4{,}435 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{kg}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})^2}{2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}} = \underline{\underline{6754\ \mathrm{V}}}.$$ *5 pont*

14. $R_1 = 3200\ \Omega$, $R_2 = 8\ \Omega$, $U_1 = 80$ V

a) $\frac{N_1}{N_2} = ?$ b) $U_2 = ?$, $I_1 = ?$, $I_2 = ?$ c) $P_2 = ?$

a) A transzformátorra fennálló összefüggések:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ és } \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}.$$ *2 pont*

A két összefüggésből

$$\frac{U_1}{U_2} : \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} : \frac{N_2}{N_1}, \text{ azaz}$$

$$\frac{U_1}{I_1} : \frac{U_2}{I_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2, \text{ így } \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2,$$ *4 pont*

amiből

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{\frac{3200\,\Omega}{8\,\Omega}} = \underline{\underline{20}}.$$ *4 pont*

b) $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$, azaz $U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} = 80\,\mathrm{V} \cdot \frac{1}{20} = \underline{\underline{4\ \mathrm{V}}}$. *2 pont*

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{80\,\mathrm{V}}{3200\,\Omega} = \underline{\underline{0{,}025\ \mathrm{A}}}.$$ *2 pont*

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{4\,\mathrm{V}}{8\,\Omega} = \underline{\underline{0{,}5\ \mathrm{A}}}.$$ *2 pont*

c) A teljesítmény:

$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 4\ \mathrm{V} \cdot 0{,}5\ \mathrm{A} = \underline{\underline{2\ \mathrm{W}}}$. *2 pont*