1. Adatok: m = 0,5 kg, Δt = 0,2 s, $\Delta s_{6,7}$ = 40 cm, s = 1 m.
a) Hogyan mozog, ha $0 \le t \le 1$ s, b) hogyan mozog, ha $1 \text{ s} \le t \le 1{,}6$ s, c) v_{max}=?, d) F=?

a) A villanások között eltelt azonos idők alatt a test egyre nagyobb utakat tett meg, tehát mozgása (egyenes vonalú) változó, gyorsuló 3 pont

b) A test az $1 \text{ s} \le t \le 1{,}6$ s időintervallumban egyenlő idők alatt egyenlő utakat tett meg, tehát mozgása most egyenes vonalú egyenletes. 3 pont

c) Az $1 \text{ s} \le t \le 1{,}6$ s intervallumban végzett mozgás alapján az elért legnagyobb sebesség

$$v_{\max} = \frac{\Delta s_{6,7}}{\Delta t} = \frac{0{,}4 \text{ m}}{0{,}2 \text{ s}} = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$ 3 pont

Vagy a $0 \le t \le 1$ s alatt megtett útra az $s = \dfrac{v_{\max} t}{2}$ összefüggést használva:

$$v_{\max} = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 1\text{m}}{1\text{s}} = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

d) Megállapítható, hogy a $0 \le t \le 1$ s intervallumon a mozgás egyenletesen gyorsuló. Ennek alapján a gyorsulás nagysága $a = \dfrac{\Delta v}{5 \cdot \Delta t} = \dfrac{v_{\max} - 0}{5 \cdot \Delta t} = \dfrac{2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = 2\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$. 3 pont

A $0 \le t \le 1$ s intervallumon a testet gyorsító erő nagysága $F = m \cdot a = 0{,}5 \text{ kg} \cdot 2\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$. 3 pont

2. Adatok: $\rho_{víz}=1000\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\rho=7800\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $V=15\cdot 20\cdot 5 \text{ cm}^3=1500 \text{ cm}^3$, $D=4000\ \dfrac{\text{N}}{\text{m}}$, $\Delta l = 2$ cm, $m_{rúd} = 1{,}4$ kg, $l_1 = 0{,}3$ m, $l_2 = 0{,}2$ m.
a) F_{fonal}=?, b) F_A=?, c) $F_{alá}$=?

a) A testre ható gravitációs erő nagysága $G = V \cdot \rho \cdot g = 1500 \text{ cm}^3 \cdot 7800\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2} = 117$ N .

A testre ható felhajtóerő nagysága $F_{fel} = V \cdot \rho_{víz} \cdot g = 1500 \text{ cm}^3 \cdot 1000\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2} = 15$ N .

A rugó által kifejtett erő nagysága $F_{rugó} = D \cdot \Delta l = 4000\ \dfrac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0{,}02 \text{ m} = 80$ N . Mivel a test egyensúlyban van, így a fonálban ébredő erő
$F_{fonal} = G - (F_{fel} + F_{rugó}) = 117 \text{ N} - (15 \text{ N} + 80 \text{ N}) = 22$ N . 6 pont

b) A rúdra ható erők: $G_{rúd}$=14 N, a fonálerő F_{fonal}=22 N, F_A és $F_{alá}$. Az alátámasztási ponton átmenő, a rajz síkjára merőleges tengelyre vonatkozóan a forgatónyomatékok egyensúlyából felírható, hogy $F_A \cdot l_1 = G_{rúd} \cdot (\frac{l_1 + l_2}{2} - l_1) + F_{fonal} \cdot l_2$. Innen az A pontban ható erő

$$F_A = \frac{F_{fonal} \cdot l_2 - G_{rúd} \cdot (\frac{l_1 + l_2}{2} - l_1)}{l_1} = \frac{22 \text{ N} \cdot 0{,}2 \text{ m} - 14 \text{ N} \cdot 0{,}05 \text{ m}}{0{,}3 \text{ m}} = 12{,}33 \text{ N},$$ ami függőlegesen lefelé mutat. 4 pont + 1 pont

c) Az alátámasztási pontban ható erő nagyságát az erők egyensúlyából kaphatjuk meg. A rúdra ható erő nagysága $F_{\text{alá}} = \left|-\left(F_{\text{A}} + G_{\text{rúd}} + F_{\text{fonal}}\right)\right| = 12{,}33\,\text{N} + 14\,\text{N} + 22\,\text{N} = 48{,}33\ \text{N}$. Ez az erő függőlegesen felfelé mutat. 3 pont + 1 pont

3. Adatok: $m_{víz}$=1,5 kg, $t_{víz}$=30 ºC, $c_{víz}$=4180 $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}$, t_{sz}=90 ºC, t_k=60 ºC, t_f=35 ºC, m_f=1,3 kg, T_k=72 ºC.

a) c_f=? , b) Q=?

a) Az első esetre a leadott és a felvett hőmennyiség egyenlősége alapján felírható: $c_{víz}\cdot m_{víz}\cdot(t_k - t_{víz}) = c_{sz}\cdot m_{sz}\cdot(t_{sz} - t_k)$, (ahol az „sz” index a szilárd testre utal), innen a szilárd test hőkapacitása:

$$c_{sz}\cdot m_{sz} = \frac{c_{víz}\cdot m_{víz}\cdot(t_k - t_{víz})}{t_{sz} - t_k} = \frac{4180\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}\cdot 1{,}5\ \text{kg}\cdot 30\,{}^{\circ}\text{C}}{30\,{}^{\circ}\text{C}} = 6270\,\frac{\text{J}}{{}^{\circ}\text{C}}.$$ 4 pont

A második esetre hasonlóan felírható: $c_f\cdot m_f\cdot(t_k - t_f) = c_{sz}\cdot m_{sz}\cdot(t_{sz} - t_k)$, ahonnan a folyadék fajhője:

$$c_f = \frac{c_{sz}\cdot m_{sz}\cdot(t_{sz} - T_k)}{m_f\cdot(T_k - t_f)} = \frac{6270\,\frac{\text{J}}{{}^{\circ}\text{C}}\cdot 18\,{}^{\circ}\text{C}}{1{,}3\ \text{kg}\cdot 37\,{}^{\circ}\text{C}} = 2346{,}4\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}.$$ 4 pont

b) A 90 ºC-os hőmérséklet eléréséhez lényegében a t_f=35 ºC-os folyadékot kell 90 ºC-ra melegíteni.

Az ehhez szükséges energia: $Q = c_f\cdot m_f\cdot(t_{sz} - t_f) = 2346{,}4\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}\cdot 1{,}3\ \text{kg}\cdot 55\ {}^{\circ}\text{C} = 167767{,}6\ \text{J}$.

(Vagy másképpen: 7 pont

$Q = c_f\cdot m_f\cdot(t_{sz} - t_k) + c_{sz}\cdot m_{sz}\cdot(t_{sz} - T_k) = 2346{,}4\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}\cdot 1{,}3\ \text{kg}\cdot 18\ {}^{\circ}\text{C} + 6270\,\frac{\text{J}}{{}^{\circ}\text{C}}\cdot 18\ {}^{\circ}\text{C} =$

$= 54905{,}76\ \text{J} + 112860\ \text{J} = 167765{,}76\ \text{J}$.)

4. Adatok: U_0=45 V, R_1=100 Ω, R_2=200 Ω, P'=9 W.

a) U_1=?, b) R=?, c) $x = \frac{P'}{P_1}$=?

a) A körben folyó áram erőssége $I_1 = \frac{U_0}{R_1 + R_2} = \frac{45\,\text{V}}{300\,\Omega} = 0{,}15\,\text{A}$, a 100 Ω-os ellenálláson eső feszültség nagysága $U_1 = I_1\cdot R_1 = 0{,}15\ \text{A}\cdot 100\,\Omega = 15$ V. 4 pont

b) A P'=9 W-os teljesítmény eléréséhez szükséges áram erőssége $I_2 = \sqrt{\frac{P'}{R_1}} = \sqrt{\frac{9\,\text{W}}{100\,\Omega}} = 0{,}3\ \text{A}$. Az eredő ellenállás ekkor $R_{\text{eredő}} = \frac{U_0}{I_2} = \frac{45\ \text{V}}{0{,}3\ \text{A}} = 150\,\Omega$. A párhuzamosan kapcsolt R és R_2 ellenállások eredőjének így $R_{\text{eredő}} - R_1$= 50 Ω nagyságúnak kell lennie, azaz $50\ \Omega = \dfrac{R \cdot R_2}{R + R_2} = \dfrac{R \cdot 200\ \Omega}{R + 200\ \Omega}$, ahonnan $R = \dfrac{10000\ \Omega}{150} = \dfrac{200}{3}\ \Omega = 66{,}67\ \Omega$. 7 pont

c) Mivel az R ellenállás bekapcsolása után az áram erőssége kétszeresére nőtt, így a teljesítmény a 100Ω-os ellenálláson megnégyszereződött, tehát $x = \dfrac{P'}{P_1}$=4. 4 pont

5. $v_0 = 500\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, s = 3 cm, d = 1 cm
v_1 = ?

A munkatétel alapján: $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = F_s \cdot s$ 3 pont

A munkatétel a vékonyabb deszka esetén: $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = F_s \cdot d + \frac{1}{2}mv^2$ 3 pont

Az első egyenlet alapján a súrlódási erő és a tömeg hányadosa megadható: $\frac{F_s}{m} = \frac{v_0^2}{2s}$.

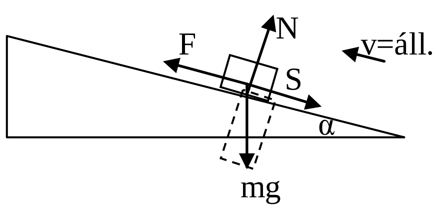
$\frac{1}{2}v_0^2 = \frac{v_0^2}{2s} \cdot d + \frac{1}{2}v^2 \Rightarrow v^2 = v_0^2 - v_0^2\frac{d}{s} = v_0^2(1 - \frac{d}{s})$ 6 pont

Behelyettesítve: $v^2 = v_0^2 \cdot \frac{2}{3} \Rightarrow v = v_0\sqrt{\frac{2}{3}} = 408{,}25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 3 pont

6. m = 120 kg, s = 60 m, h = 20 m, F = 600 N, μ =0,2, g=10 $\frac{m}{s^2}$
a) a = ? b) F_f = ? c) F_l = ?

Előbb megválaszoljuk, hogy mekkora erővel lehet egyenletesen mozgatni a testet fölfelé illetve lefelé.

b)



$\sin\alpha = \frac{1}{3}$, $\alpha = 19{,}47°$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{8}}{3}$

A súrlódási erő mindig ellentétes a sebességgel. nagysága: $S = \mu mg\cos\alpha$.

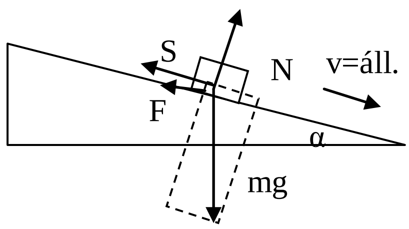
$S = 0{,}2 \cdot 120\text{ kg} \cdot 10\,\frac{m}{s^2} \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} = 226{,}27$ N

$mg\sin\alpha = 120\text{ kg} \cdot 10\,\frac{m}{s^2} \cdot \frac{1}{3} = 400$ N.

Az egyenletes mozgás feltétele: $F_f = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$ = 626,27 N. 5 pont

Ha $F > F_f$, akkor a test felfelé gyorsul.

c)



Mivel $mg\sin\alpha > S$, a testet tartani kell egy felfelé mutató erővel, különben gyorsulni fog lefelé.

$F_l = mg\sin\alpha - S$ = 400 N – 226,27 N = 173,73 N.

Ha $F < F_l$, akkor a test lefelé gyorsul. 5 pont

a) A húzóerő F = 600 N. Ahhoz, hogy a test fölfelé gyorsuljon 626,27 N-nál nagyobb erő kell. Ahhoz, hogy a test lefelé gyorsuljon 173,73 N-nál kisebb erő kell.

Ebből következik, hogy 600 N felfelé húzó erő hatására a test nem mozdul meg, a gyorsulása nulla, a sebessége nulla. 5 pont

Megjegyzés: A feladat szögfüggvények alkalmazás nélkül, hasonló háromszögek segítségével is megoldható, éppen ezért a feladat szövege sem a lejtő szögét adta meg.

7. $\rho = 850\ \frac{kg}{m^3}$, $\rho_t = 845\ \frac{kg}{m^3}$, $\beta = 1{,}2\cdot 10^{-3}\ \frac{1}{K}$, $\alpha_t = 10^{-4}\ \frac{1}{K}$, $T = 273$ K

a) $\frac{V_1}{V} = ?$, b) $t = ?$

Legyen a folyadékból kiálló rész térfogata V_1, a test térfogata V.

Az úszás feltétele.

$(V - V_1)\ \rho g = V \rho_t g$. Ebből

$V_1 = V \Rightarrow \frac{V_1}{V} = 1 - \frac{\rho_t}{\rho} = 1 - \frac{845}{850} = 0{,}006$.

A testnek tehát 6 ezredrésze áll ki a folyadékból. 6 pont

b) A test tömege $m = V \rho_t$ a hőmérséklettel nem változik.

A test térfogatának megváltozása: $V^* = V(1 + 3\alpha t)$

A folyadék sűrűségének megváltozása: $\rho^* = \frac{\rho}{1+\beta t}$.

Lebegés esetén a felhajtóerő megegyezik a test súlyával:

$V^* \rho^* g = m\, g = V \rho_t\, g$

$V(1 + 3\alpha t) \frac{\rho}{1+\beta t} = V \rho_t\ , \quad \Rightarrow \quad \rho\,(1 + 3\alpha t) = \rho_t\,(1 + \beta\, t)$

Ebből a hőmérsékletet kifejezve:

$t = \frac{\rho - \rho_t}{\rho_t \beta - 3\rho\alpha} = \frac{850-845}{845\cdot 12 - 3\cdot 850\cdot}\ 10^4\ °C = \underline{\underline{6{,}58\ °C}}$. 9 pont

8. $A = 4\ cm^2$, $V = 25\ cm^3$, $p_0 = 10^5$ Pa, $m = 1{,}5$ kg, $T_0 = 273$ K, $\Delta T = 50$ K, $g = 10\ \frac{m}{s^2}$

a) Δx =?, b) Δx^* =?

a) Mivel a dugattyú önmagában súlytalan, a gáz nyomása a teher nélkül megegyezik a külső nyomással, azaz a külső nyomás 10^5 Pa.

Ha rákötjük a dugattyúra a nehezéket, és megvárjuk, hogy megálljon, akkor a nyomások kiegyenlítődnek:

$p_0 = p + \frac{G}{A} \quad \Rightarrow \quad p = p_0 - \frac{G}{A} = 10^5\ Pa - \frac{1{,}5\ kg\cdot 10\ \frac{m}{s^2}}{4\cdot 10^{-4} m^2} = 0{,}625\cdot 10^5$ Pa.

A gázra érvényes a Boyle-Mariotte törvény:

$p_0 V = pV^*$

$V^* = V\ \frac{p_0}{p} = 25\ cm^3 \cdot \frac{1}{0{,}625} = 40\ cm^3$. A térfogatváltozás $\Delta V = 15\ cm^3$.

$\Delta x = \frac{\Delta V}{A} = \frac{15\ cm^3}{4\ cm^2} = \underline{\underline{3{,}75\ cm}}$. 7 pont

b) A gáz állandó nyomáson tágul. Így igaz a Gay-Lussac törvény: ($T = T_0 + \Delta T = 323$ K)

$\frac{V^*}{T_0} = \frac{V^{**}}{T}$, amiből $V^{**} = \frac{T}{T_0} V^* = \frac{323}{273}\ 40\ cm^3 = 47{,}2\ cm^3$.

$\Delta x^* = \frac{\Delta V^*}{A} = \frac{7{,}2\ cm^3}{4\ cm^2} = \underline{\underline{1{,}8\ cm}}$. 8 pont

9. T_0 = 273 K, Δp = 1,6·10^5 Pa, p_0 = 10^5 Pa, V = 25 dm^3, ρ_0 = 1,3 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, T = 303 K
a) m = ?, b) Δp^*= ?, c) Δm = ?

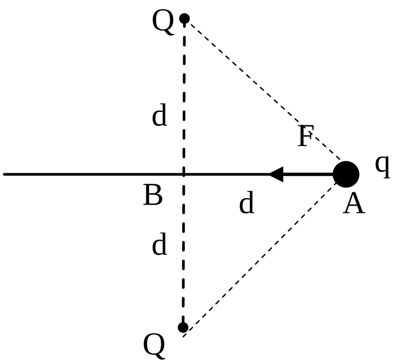
a) A tömlőben a nyomás $p = p_0 + \Delta p$ = 2,6·10^5 Pa. A levegő állapotegyenlete:
$pV = \frac{m}{M}RT_0$, a levegő moltömege M = 29 g. Mivel a többi adat mind ismert a levegő tömege:
$m = \frac{MVp}{RT_0} = \frac{29\ \text{g}\cdot 25\cdot 10^{-3}\ \text{m}^3\cdot 2{,}6\cdot 10^5\ \text{Pa}}{8{,}31\cdot\frac{\text{J}}{\text{K}}\cdot 273\ \text{K}}$ = $\underline{\underline{83\ \text{g}}}$. 4 pont

Megjegyzés: A feladat a normál sűrűséggel is megoldható. Az állapotegyenlet alapján:
$p_0 = \frac{\rho_0}{M}RT_0$, amelyből $\frac{M}{RT_0} = \frac{\rho_0}{p_0}$.
$m = \frac{\rho_0 Vp}{p_0} = \frac{1{,}3\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot 25\cdot 10^{-3}\ \text{m}^3\cdot 2{,}6\cdot 10^5\ \text{Pa}}{10^5\ \text{Pa}}$ = $\underline{\underline{84{,}5\ \text{g}}}$.

b) Ez egy állandó térfogaton lejátszódó folyamat, így a Gay-Lussac törvény szerint:
$\frac{p}{T_0} = \frac{p^*}{T}$, amiből $p^* = \frac{T}{T_0}\,p = \frac{303}{273}$·2,6·$10^5$ Pa = 2,88·10^5 Pa. Az új túlnyomás Δp^* = $\underline{\underline{1{,}88\cdot 10^5\ \text{Pa}}}$.
4 pont

c) Legyen a bennmaradt levegő tömege m_1. Az állapotegyenletből a tömeg az a) pont szerint:
$m_1 = \frac{MVp}{RT} = = \frac{MVp}{RT}\,\frac{T_0}{T_0} = m\frac{T_0}{T} = m\cdot\frac{273}{303}$ = 0,9m.
A kiengedett levegő $\Delta m = m - m_1$ = 0,1m. A kiengedett levegő $\underline{\underline{0{,}8\ \text{g}}}$. 7 pont

10. m = 1 g, d = 1 m, Q = 50 μC, v = 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
a) q = ?, b) F = ?, c) mozgás jellege?



a) készítsünk rajzot az elrendezésről!
A leírt mozgáshoz a mozgó töltésnek negatív töltésűnek kell lennie. A feladatot munkatétellel oldhatjuk meg:
$q(U_A - U_B) = \frac{1}{2}mv^2$.
A két darab Q töltéstől származó potenciál az A pontban
$U_A = 2k\frac{Q}{\sqrt{2}d}$, illetve a B pontban $U_A = 2k\frac{Q}{d}$.
Ennek alapján $\frac{1}{2}mv^2 = 2kqQ\left(\frac{1}{\sqrt{2}d} - \frac{1}{d}\right)$
$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{2kqQ}{d}\,\frac{2-\sqrt{2}}{2}$ $\Rightarrow q = \frac{mv^2 d}{2kQ(2-\sqrt{2})} = \frac{10^{-3}\ \text{kg}\cdot 100\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 1\ \text{m}}{2(2-\sqrt{2})\cdot 9\cdot 10^9\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\cdot 50\cdot 10^{-6}\ \text{C}}$ = $\underline{\underline{1{,}9\cdot 10^{-7}\ \text{C}}}$. 7 pont

b) A töltésre ható erő az A pontban:
$F_A = k\frac{2qQ}{2d^2}\frac{\sqrt{2}}{2} = k\frac{qQ}{d^2}\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{9\cdot 10^9\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\cdot 1{,}9\cdot 10^{-7}\ \text{C}\cdot 50\cdot 10^{-6}\ \text{C}\cdot\sqrt{2}}{2\cdot 1\cdot\text{m}^2}$ = $\underline{\underline{6{,}04\cdot 10^{-2}\ \text{N}}}$. 4 pont

c) Vegyük észre, hogy a B pontban a q töltésre ható erő nulla, így a töltés tovább mozog ellenkező irányba, amíg a sebessége újra nulla nem lesz. A q töltés periodikus (de nem harmonikus) mozgást végez a középpontra szimmetrikus két szélső pont között. 4 pont

11. Adatok: $N = 3$, $l = 0{,}5$ m, $I = 3$ A, $E = 0{,}012\ \frac{N}{C}$, $d = 5{,}64$ mm .

a) R = ? , b) ρ =?

a) A vezetőben az elektromos térerősség $E = \frac{U}{N \cdot l} = \frac{I \cdot R}{N \cdot l}$, ahonnan az ellenállás

$R = \frac{E \cdot N \cdot l}{I} = \frac{0,012\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}} \cdot 3 \cdot 0,5\ \mathrm{m}}{3\ \mathrm{A}} = 0,006\ \Omega$, egy-egy oldal ellenállása R' = 0,002 Ω. 8 pont

b) $\rho = \frac{R' \cdot A}{l} = \frac{R' \cdot r^2 \cdot \pi}{l} = \frac{0,002\ \Omega \cdot \left(\frac{5,64\ \mathrm{mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi}{0,5\ \mathrm{m}} = 0,1\ \frac{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}$. 7 pont

12. Adatok: $R_V = 1\ \mathrm{k\Omega}$, $U_V = 12,4\ \mathrm{V}$, $R_A = 12\ \Omega$, $I = 200\ \mathrm{mA}$ **.**

a) R = ?, $b)$ $\frac{\Delta R}{R_{\text{számolt}}} \cdot 100\% = ?$

a) A voltmérő az ellenálláson és az ampermérőn együttesen eső feszültséget mutatja. Az ampermérőn eső feszültség nagysága $U_A = I \cdot R_A = 200\ \mathrm{mA} \cdot 12\ \Omega = 2,4\ \mathrm{V}$. Az ellenálláson tehát $U_R = U_V - U_A = 12,4\ \mathrm{V} - 2,4\ \mathrm{V} = 10\ \mathrm{V}$ nagyságú feszültség esik. Így az ellenállás nagysága $R = \frac{U_R}{I} = \frac{10\ \mathrm{V}}{200\ \mathrm{mA}} = 50\ \Omega$. 8 pont

b) Az ellenállás számolt értéke $R_{\text{számolt}} = \frac{U_V}{I} = \frac{12,4\ \mathrm{V}}{200\ \mathrm{mA}} = 62\ \Omega$. Az eltérés

$$\frac{\Delta R}{R_{\text{számolt}}} \cdot 100\% = \frac{R_{\text{számolt}} - R}{R_{\text{számolt}}} \cdot 100\% = \frac{62 - 50}{62} \cdot 100\% = 19,36\%.$$ 7 pont

13. Adatok: m=0,2 kg, ω=100 $\frac{1}{s}$, P_{max}= 40 W, t=0-nál x=0.

a) A=? , b) t=?, ha P=P_{max}

a) A pillanatnyi teljesítmény felírható a következő módon:

$$P(t) = F(t) \cdot v(t) = (m \cdot \omega^2 \cdot A \cdot \sin \omega t) \cdot (A \cdot \omega \cdot \cos \omega t) = m \cdot \omega^3 \cdot A^2 \cdot \sin \omega t \cdot \cos \omega t =$$

$$= m \cdot \omega^3 \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin 2\omega t$$

A maximális teljesítmény értéke $P_{max} = m \cdot \omega^3 \cdot A^2 \cdot \sin \omega t \cdot \cos \omega t = m \cdot \omega^3 \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2}$.

A mozgás amplitúdója $A = \sqrt{\frac{2 \cdot P_{max}}{m \cdot \omega^3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40\ \mathrm{W}}{0,2\ \mathrm{kg} \cdot (100\ \frac{1}{\mathrm{s}})^3}} = 0,02\ \mathrm{m}$. 8 pont

b) A teljesítmény abban a pillanatban a maximális, amely időpillanatban a $\sin 2\omega t$ először felveszi az 1 értéket. Ez akkor következik be, amikor $2\omega t = \frac{\pi}{2}$. Innen

$$t = \frac{\pi}{4 \cdot \omega} = \frac{\pi}{400\ \frac{1}{\text{s}}} = 0{,}0079\ \text{s}.$$ 7 pont

14. Adatok: $n = 1{,}5$, $(\Delta t)_{min} = 0{,}175$ ns, $\Delta t = 0{,}2$ ns, $c_{vákuum} = 3 \cdot 10^5\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

a) d = ? , b) α = ? , c) Δ = ?

a) A fény sebessége az üvegben $c = \frac{c_{vákuum}}{n} = \frac{3 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1{,}5} = 2 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A legrövidebb idő alatt akkor jut át a lemezen a fény, ha a lemez felületére merőlegesen érkezik a fény, azaz megtett útja éppen a lap vastagságával egyenlő. Így a lemez vastagsága

$$d = c \cdot (\Delta t)_{min} = 2 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}175\ \text{ns} = 2 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}175 \cdot 10^{-9}\ \text{s} = 0{,}035\ \text{m} = 3{,}5\ \text{cm}.$$ 4 pont

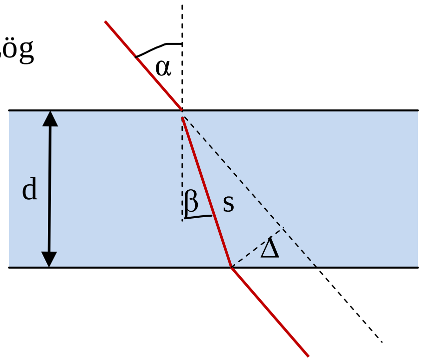
b) A fénysugár által megtett út az üveglapban

$s = c \cdot \Delta t = 2 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}2\ \text{ns} = 2 \cdot 10^8\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-9}\ \text{s} = 0{,}04\ \text{m} = 4\ \text{cm}$. A törési szögre fennáll, hogy $\cos \beta = \frac{d}{s} = \frac{3{,}5\ \text{cm}}{4\ \text{cm}} = 0{,}875$, így

$\beta = 28{,}96^{o}$. A törési törvényből

$\sin \alpha = n \cdot \sin \beta = 1{,}5 \cdot \sin 28{,}96^{\circ} = 0{,}7263$, ahonnan a beesési szög

$\alpha = 46{,}6^{o}$. 7 pont



c) Az ábra alapján az eltolódás mértéke

$$\Delta = s \cdot \sin(\alpha - \beta) = 4\ \text{cm} \cdot \sin\left(46{,}6^{\circ} - 28{,}96^{\circ}\right) = 1{,}21\ \text{cm}.$$

4 pont