A 2016/2017. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

FIZIKA

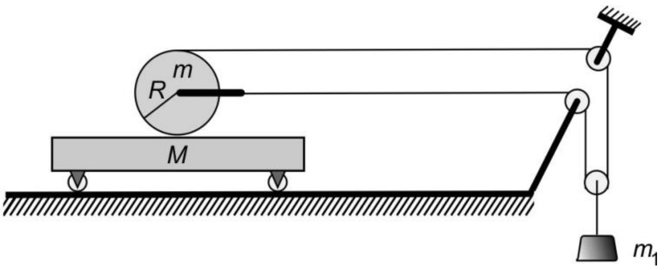
II. KATEGÓRIA

Javítási-értékelési útmutató

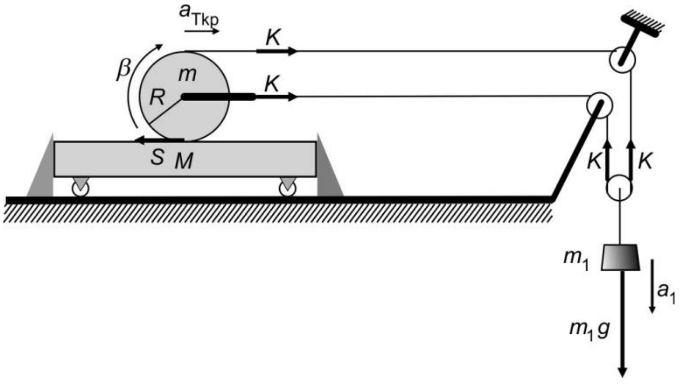
1. feladat. M = 2 kg tömegű, L = 1,2 m hosszú, könnyen gördülő kiskocsi közepére m = 7,5 kg tömegű, R = 0,2 m sugarú tömör korongot helyeztünk az ábra szerint. A korong és a kocsi közötti súrlódás együtthatója μ = 0,4. A korong peremére csévélt vékony fonál két álló és egy mozgó csigán van átvetve, a másik vége az ábrán látható módon könnyű kengyellel a korong tengelyéhez csatlakozik. A mozgó csigán m_1 = 5 kg tömegű nehezék függ. A kezdetben nyugvó rendszert magára hagyjuk. (A csigák tömege elhanyagolható.)

a) Mennyi idő múlva ér a kocsi végére a korong?

b) Oldjuk meg a feladatot úgy is, ha a korongot ugyanakkora tömegű és sugarú vékonyfalú csőre cseréljük ($\Theta = mR^2$)!



Megoldás. *Először rögzítsük* a kiskocsit, hogy meghatározzuk a súrlódási erő irányát általános esetben tetszőleges hengerszimmetrikus testre! (Tekintsük az ábrát!)



Ekkor a mozgásegyenletek:

a nehezékre: $$m_1 g - 2K = m_1 a_1 , \tag{1}$$

a hengerszimmetrikus test haladására:

$$2K - S = m a_{\mathrm{Tkp}} \tag{2}$$

a hengerszimmetrikus test forgására: $$(K + S)R = \Theta\beta \tag{3}$$

feltételezve, hogy nem csúszik meg a korong („tisztán gördül”):

$$a_{\mathrm{Tkp}} = R\beta \tag{4}$$

a kényszerfeltétel (fonál nyújthatatlansága): $$\frac{3}{2} a_{\mathrm{Tkp}} = a_1 . \tag{5}$$

(4)-et (3)-ba beírva:

$$K + S = \frac{\Theta}{R^2} a_{\mathrm{Tkp}} \tag{6}$$

(2) és (6) összege:

$$3K = \left(m + \frac{\Theta}{R^2}\right) a_{\mathrm{Tkp}}.$$

Innen

$$K = \frac{1}{3}\left(m + \frac{\Theta}{R^2}\right) a_{\mathrm{Tkp}}.$$

Ezt beírva (2)-be:

$$S = 2K - m a_{\mathrm{Tkp}} = \frac{2}{3}\left(m + \frac{\Theta}{R^2}\right) a_{\mathrm{Tkp}} - m a_{\mathrm{Tkp}} \tag{7}$$

a) Tömör korong esetében $\Theta = \frac{1}{2} m R^2$, amit a (7) egyenletbe behelyettesítve meggyőződhetünk arról, hogy $\boldsymbol{S} = \mathbf{0}$! Ez azt jelenti, hogy a kocsi és a korong között nem hat súrlódási erő, a korong mindenkori legalsó pontja akkor sem csúszik meg, ha nincs súrlódás ($\mu = 0$ is lehet). Így, ha a kocsit elengedjük, az ennek ellenére is nyugalomban marad!

Új, egyszerűsülő egyenleteink ekkor:

$$m_1 g - 2K = m_1 a_1 \qquad (1') = (1)$$

$$2K = m a_{\mathrm{Tkp}} \qquad (2')$$

$$KR = \frac{1}{2} m R^2 \beta \qquad (3')$$

$$a_{\mathrm{Tkp}} = R\beta \qquad (4') = (4)$$

$$\frac{3}{2} a_{\mathrm{Tkp}} = a_1 \qquad (5') = (5)$$

(1) és (4)-ből $$m_1 g - 2K = \frac{3}{2} m_1 a_{\mathrm{Tkp}} ,$$

(2’) beírásával: $$m_1 g - m a_{\mathrm{Tkp}} = \frac{3}{2} m_1 a_{\mathrm{Tkp}}$$

rendezve: $$m_1 g = m a_{\mathrm{Tkp}} + \frac{3}{2} m_1 a_{\mathrm{Tkp}} = \frac{2m + 3m_1}{2} a_{\mathrm{Tkp}} ,$$

ahonnan a korong közepének a gyorsulására:

$$a_{\mathrm{Tkp}} = \frac{2m_1}{2m + 3m_1} g \,.\!= \frac{g}{3} = \mathbf{3{,}33\ \frac{m}{s^2}}.$$

A korongnak a kocsi végére gördülésének ideje meghatározható:

$$s=\frac{1}{2}a_{\text{Tkp}}t^2 \quad \to \quad t=\sqrt{\frac{2s}{a_{\text{Tkp}}}}, \quad \text{ahol} \quad s=\frac{L}{2}, \quad \text{tehát}$$

$$t=\sqrt{\frac{2\frac{L}{2}\left(2m+3m_1\right)}{2m_1g}}=\sqrt{\frac{L\left(2m+3m_1\right)}{2m_1g}}=\sqrt{\frac{1{,}2\ \text{m}\left(2\cdot 7{,}5+3\cdot 5\right)\text{kg}}{2\cdot 5\ \text{kg}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}=\mathbf{0{,}6\ s.}$$

b) Vékonyfalú cső esetében $\Theta = mR^2$, amit a (7) egyenletbe behelyettesítve megállapíthatjuk, hogy

$$S=\frac{1}{3}ma_{\text{Tkp}}>0,$$

ami azt jelenti, hogy ebben az esetben a csőre ható súrlódási erő forgatónyomatéka növeli a cső szöggyorsulását, illetve ennek ellenereje, a kocsira ható súrlódási erő a kiskocsit jobbra gyorsítja. Ezek után oldjuk fel a kiskocsi rögzítését, és írjuk fel dinamikai egyenleteket és a kényszerfeltételeket feltételezve, hogy a cső nem csúszik meg a kiskocsin:

$$m_1g-2K=m_1a_1 \tag{1'}$$

$$2K-S=ma_{\text{Tkp}} \tag{2'}$$

$$(K+S)R=mR^2\beta \tag{3'}$$

$$S=Ma_2, \tag{4'}$$

ahol a_2 a kiskocsi gyorsulása. A kényszerfeltételek:

$$a_2=a_{\text{Tkp}}-R\beta \tag{5'}$$

$$a_1=a_{\text{Tkp}}+\frac{R\beta}{2}. \tag{6'}$$

Hat egyenletünk van hat ismeretlennel. Az (5’) és (6’) összefüggésekben szereplő gyorsulásokat írjuk be rendre az (1’) és (4’) egyenletekbe, ahonnan kifejezhetjük a K és S erőket:

$$K=\frac{m_1g-m_1a_1}{2}=\frac{m_1g-m_1a_{\text{Tkp}}-m_1\frac{R\beta}{2}}{2}$$

$$S=Ma_{\text{Tkp}}-MR\beta.$$

Ha ezeket beírjuk (2’)-be és (3’)-be, akkor már csak két ismeretlenünk marad (a_{Tkp} és β). A tömegközéppont a_{Tkp} gyorsulását úgy kapjuk meg, ha mondjuk $R\beta$-t kifejezzük az egyik egyenletből, majd beírjuk a másikba:

$$a_{\text{Tkp}}=\frac{(4m_1m+6Mm_1)g}{4m^2+9m_1M+8mM+5m_{1m}}=\frac{210g}{622{,}5}=3{,}37\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A kiskocsi gyorsulása:

$$a_2=\frac{m}{3M+2m}a_{\text{Tkp}}=\frac{7{,}5}{3\cdot 2+2\cdot 7{,}5}3{,}37\frac{\text{m}}{\text{s}^2}=1{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A kiskocsi gyorsulásának iránya megegyezik a vékonyfalú cső mozgásirányával, ezért a a cső relatív gyorsulása:

$$a_{\text{rel}}=a_{\text{Tkp}}-a_2=3{,}37\frac{\text{m}}{\text{s}^2}-1{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}=2{,}17\frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A cső kocsi végére gördülésének ideje a koronghoz hasonló módon határozható meg:

$$s = \frac{1}{2} a_{\text{rel}} t^2 \quad \rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a_{\text{rel}}}}, \quad \text{ahol} \quad s = \frac{L}{2}, \quad \text{tehát}$$

$$t = \sqrt{\frac{2\frac{L}{2}}{a_{\text{rel}}}} = \sqrt{\frac{1{,}2\ \text{m}}{2{,}17\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \approx \mathbf{0{,}74\ s.}$$

Ellenőrzés (hogy a cső nem csúszik meg): Visszahelyettesítve ki tudjuk számítani a cső kerületi gyorsulását:

$$R\beta = \frac{3M + m}{3M + 2m} a_{\text{Tkp}} = a_{\text{rel}} = 2{,}17\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2},$$

majd a cső tömegközépponti és kerületi gyorsulásából megkaphatjuk a súrlódási erőt: $S = Ma_2 =$ $= 2{,}41$ N, ami megnyugtató módon kisebb a tapadási súrlódási erő maximumánál: $S_{\max} = \mu m g =$ 30 N, tehát a cső nem csúszik meg a kiskocsin.

2. feladat. Egy lezárt üvegedényben, melynek térfogata 1 liter, a hőmérséklet hosszabb ideje 90°C. Ekkor 50 ml folyadék állapotú víz van benne. Az üvegedényre csatlakoztatott légnyomásmérő 160 kPa-t mutat.

a) Mekkora tömegű víz van ekkor folyadékállapotban az üvegben?

b) Az üvegben a hőmérsékletet lassan 125°C-ra növeljük. Most mekkora tömegű víz van folyadékállapotban az edényben?

c) Mennyit mutat ekkor a nyomásmérő?

d) Ezután az edény nyakán lévő szelepet megnyitjuk. Adjunk becslést arra, hogy mennyi víz fog elforrni az üvegből!

A külső nyomás 101,3 kPa, a víz fajhője 100°C-on 4220 J/(kg°C), 125°C-on 4260 J/(kg°C), a további szükséges adatokat a Függvénytáblázatban találhatjuk meg. Az üveg hőkapacitásától és hőtágulásától eltekinthetünk. A számolás során alkalmazzunk ésszerű kerekítéseket!

Megoldás. A Függvénytáblázat adatait fogjuk felhasználni:
A 90°C-os víz sűrűsége $\rho_{f1} = 965$ kg/m^3.
A 90°C vízgőz sűrűsége $\rho_{g1} = 0{,}424$ kg/m^3, és nyomása 70,1 kPa.
A 125°C vízgőz sűrűsége $\rho_{g2} = 939$ kg/m^3, és nyomása 232 kPa.
A víz párolgási hője 100°C-on 2256 kJ/kg, 125°C-on 2187 kJ/kg.

a) A 90°C-os víz sűrűsége 965 kg/m^3. Az 50 ml 90°C-os víz tömege:

$$m_{f1} = \rho_{f1} \cdot V = \left(965\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot (5 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3) \approx \mathbf{48{,}3\ g}.$$

b) Amikor a palack 90°C-os, a benne lévő telített vízgőz tömege:

$$m_{g1} = \rho_{g1} \cdot V_{g1} = \left(0{,}424\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot (9{,}5 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^3) \approx \mathbf{0{,}4\ g}.$$

A 125°C-os víz sűrűsége 939 kg/m³, a telített vízgőzé 1,3 kg/m³. Az edény V_0 térfogata nem változott, azt egyrészt víz, másrészt vízgőz (+ levegő) tölti ki. A víz + vízgőz össztömege sem változhatott meg, ezt kihasználva így írhatjuk fel az edény térfogatát:

$$\frac{m_{f2}}{\rho_{f2}}+\frac{m_{f1}+m_{g1}-m_{f2}}{\rho_{g2}}=V_0.$$

Az egyenlet megoldása:

$$m_{f2}=\frac{V_0-\dfrac{m_{f1}+m_{g1}}{\rho_{g2}}}{\left(\dfrac{1}{\rho_{f2}}-\dfrac{1}{\rho_{g2}}\right)}\approx \mathbf{47,5\ g}.$$

Tehát 125°C-on 47,5 g víz és 1,2 g gőz van az edényben (az össztömeg 48,7 g).

c) A nyomásmérő a telített vízgőz nyomásának és az edényben lévő levegő nyomásának összegét mutatja (hiszen a részleges, idegen szóval parciális nyomások összeadódnak). A 125°C-os telített vízgőz nyomása 232 kPa. A levegő térfogata:

$$V_2=V_0-\frac{m_{f2}}{\rho_{f2}}\approx 9{,}49\ \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m}^3.$$

Alkalmazzuk az egyesített gáztörvényt a gőztérben lévő levegőre:

$$\frac{p_1\cdot V_1}{T_1}=\frac{p_2\cdot V_2}{T_2}.$$

Használjuk fel, hogy a levegő kezdeti térfogata

$V_1 = 9{,}5\cdot 10^{-4}$ m³, nyomása p_1 = 160 kPa – 70,1 kPa = 89,9 kPa.

$$p_2=\frac{V_1}{V_2}\cdot\frac{T_2}{T_1}\cdot p_1\approx 99\ \mathrm{kPa}.$$

A nyomásmérő által mutatott érték: 232 kPa + 99 kPa = **331 kPa**.

d) A szelepen át távozó gőz és levegő miatt a palackban hamar lecsökken a nyomás a 101,3 kPa külső nyomás értékre. Ilyen külső nyomás mellett viszont a 125°C-os víz túlhevítettnek tekinthető, így heves forrás jön létre.

Felső becslést kaphatunk az elforrt víz mennyiségére, ha a 125°C-hoz tartozó fajhővel és párolgási hővel számolunk, valamint úgy tekintjük, hogy a forráshoz szükséges hő a teljes vízmennyiséget hűti:

$$c_{125}\cdot m_{f2}\cdot \Delta T=L_{125}\cdot \Delta m_{\text{felső}}$$

A behelyettesítés után

$$\Delta m_{\text{felső}}\approx \mathbf{2,3\ g}.$$

Alsó becslést úgy kaphatunk az elforrt víz mennyiségére, ha a 100°C-hoz tartozó párolgási hővel és fajhővel számolunk, továbbá úgy tekintjük, hogy a forráshoz szükséges hő csak a megmaradó vízmennyiséget hűti:

$$c_{100}\cdot (m_{f2}-\Delta m_{\text{alsó}})\cdot \Delta T=L_{100}\cdot \Delta m_{\text{alsó}}$$

Ebben az esetben

$$\Delta m_{\text{alsó}}\approx \mathbf{2,1\ g}.$$

Láthatjuk, hogy az alsó és a felső korlátos becslések igen közel vannak egymáshoz.
Megállapíthatjuk, hogy valamivel több mint 2 gramm víz forr el, ami a teljes vízmennyiség közel 5%-a.
Megjegyzés: A *d)* kérdés esetében bármilyen helyes becslésre a maximális pontszám megadható.

3. feladat. Egy vékony optikai gyűjtőlencse mindkét oldala azonos R görbületi sugarú, a lencse anyagának törésmutatója n. Ha a lencsétől 1 méterre helyezünk el egy tárgyat, akkor a keletkező valódi kép mérete a tárgy negyedrésze lesz. Ha ugyanezzel a lencsével a leképezést nem levegőben, hanem vízben végezzük el, akkor az 1 méterre lévő tárgyról a lencse négyszeres nagyítású valódi képet állít elő. (A víz abszolút törésmutatója 4/3 értékűnek, a levegőé 1-nek tekinthető.)

a) Mekkora a lencse anyagának n törésmutatója és mekkora az R görbületi sugár?

Ezután párhuzamos fénynyalábokkal olyan vizsgálatokat végzünk, hogy a lencse egyik oldalán víz, a másik oldalán pedig levegő van.

b) Mekkora a lencse levegőbeli és vízbeli fókusztávolsága, ha az optikai tengellyel párhuzamos fénynyaláb rendre vízből, illetve levegőből érkezik?

Végezetül megvizsgáljuk a lencse képalkotását úgy is, hogy a lencse egyik oldalán víz, a másik oldalán pedig levegő van, miközben megtartjuk az 1 méteres tárgytávolságot.

c) Szerkesszük meg a képet először úgy, amikor a (tetszőleges magasságú) tárgy vízben van, majd úgy is, amikor a tárgy levegőben van, és a kép vízben keletkezik!

d) Mekkora a kép tárgyhoz viszonyított mérete levegőben és vízben, ha a tárgy rendre vízben, illetve levegőben van?

Útmutatás: 1. Lencsék levegőbeli leképezési törvényét a következő összefüggés segítségével általánosíthatjuk:

$$\frac{n_1}{t}+\frac{n_2}{k}=\frac{n-n_1}{R_1}+\frac{n-n_2}{R_2},$$

ahol t a tárgytávolság az n_1 törésmutatójú közegben, k a képtávolság az n_2 törésmutatójú közegben, illetve n a lencse anyagának törésmutatója, továbbá R_1 és R_2 a lencse két oldalának görbületi sugara. Az összefüggésben szereplő R_1 és R_2 görbületi sugarak előjeles mennyiségek, melyek domború lencsék esetében pozitívak, ha a lencse anyagának abszolút törésmutatója nagyobb, mint a vele érintkező közegeké.

2. A feladatbeli leképezéseket létrehozó fénysugarak a szokásos tárgyalásnak megfelelően az optikai tengely irányától csak kismértékben eltérő, úgynevezett paraxiális sugarak.

Megoldás: *a*) Ha a leképezés levegőben történik, akkor a leképezési törvény szerint:

$$\frac{1}{t}+\frac{1}{t/4}=\frac{1}{20\text{ cm}}=(n-1)\frac{2}{R}.$$

Ha ugyanez vízben történik, akkor az üveg abszolút törésmutatója helyett az $n/n_{\text{víz}}$ relatív törésmutatót kell használni:

$$\frac{1}{t}+\frac{1}{4t}=\frac{1}{80\text{ cm}}=\left(\frac{n}{n_{\text{víz}}}-1\right)\frac{2}{R}=\left(\frac{3n}{4}-1\right)\frac{2}{R}.$$

A két fenti egyenletből: $n=n_{\text{üveg}}$ = **3/2** és R = **20 cm**.

Megjegyzés: Ugyanezeket az egyenleteket kapjuk akkor is, ha a feladat *Útmutatás*ában megadott egyenletbe a lencse n, a víz $n_{\text{víz}}$ és a levegő $n_{\text{levegő}} = 1$ értékű abszolút törésmutatóját helyettesítjük be.

b) A feladat *Útmutatás*ában megadott általános képletből úgy tudjuk kiolvasni a fókusztávolságot, hogy a tárgyat a végtelenbe helyezzük ($t = \infty$), mert ekkor kapunk róla párhuzamos fénynyalábot, és ilyenkor a „kép” a fókuszban jelenik meg ($k = f$). Ennek alapján a vízből levegőbe érkező párhuzamos fénynyalábra a következő összefüggést írhatjuk fel:

$$\frac{n_{\text{víz}}}{\infty}+\frac{1}{f_{\text{víz}-\text{levegő}}}=\frac{1}{f_{\text{víz}-\text{levegő}}}=\frac{n-n_{\text{víz}}}{R}+\frac{n-1}{R}=\frac{\frac{3}{2}-\frac{4}{3}}{20\ \text{cm}}+\frac{\frac{3}{2}-1}{20\ \text{cm}}=\frac{1}{30\ \text{cm}},$$

amiből $f_{\text{víz}-\text{levegő}}=\mathbf{30\ cm}$.
Ha a levegőből vízbe érkező párhuzamos fénynyalábra írjuk fel az *Útmutatás*ban megadott összefüggést, akkor ezt kapjuk:

$$\frac{1}{\infty}+\frac{n_{\text{víz}}}{f_{\text{levegő}-\text{víz}}}=\frac{n_{\text{víz}}}{f_{\text{levegő}-\text{víz}}}=\frac{n-1}{R}+\frac{n-n_{\text{víz}}}{R}=\frac{\frac{3}{2}-1}{20\ \text{cm}}+\frac{\frac{3}{2}-\frac{4}{3}}{20\ \text{cm}}=\frac{1}{30\ \text{cm}},$$

amiből $f_{\text{levegő}-\text{víz}}=\mathbf{40\ cm}$.

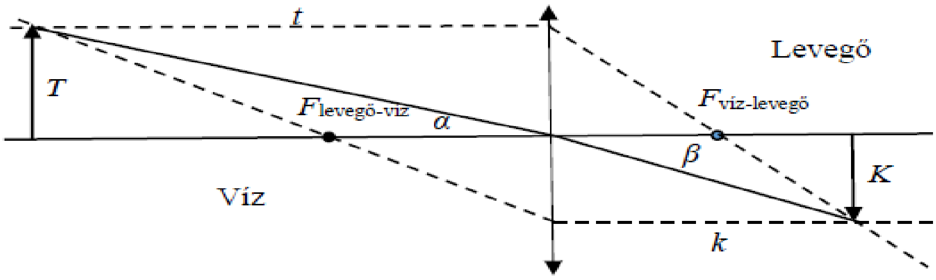
Megjegyzés: Vegyük észre, hogy bár a fenti két egyenletsor jobb oldala megegyezik, a kétoldali fókusztávolságok különbözőek.

c) A szerkesztések a következő pontban láthatóak.

d) Először alkalmazzuk a megadott általános leképezési törvényt abban az esetben, amikor a tárgy a vízben van, és a kép a levegőben jön létre:

$$\frac{n_{\text{víz}}}{t}+\frac{1}{k}=\frac{\frac{4}{3}}{100\ \text{cm}}+\frac{1}{k}=\frac{n-n_{\text{víz}}}{R}+\frac{n-1}{R}=\frac{1}{30\ \text{cm}},$$

amiből $k=50$ cm adódik. A képalkotást szerkesztéssel is meg kell határozni. Figyelembe kell vennünk, hogy a fókusztávolság a levegőben 30 cm, míg vízben 40 cm:



Vegyük észre, hogy $\alpha<\beta$, vagyis a vékony lencse optikai középpontján áthaladó fénysugár megtörik, hiszen az üveg két oldalán két különböző közeg található. Alkalmazzuk a Snellius–Descartes-törvényt:

$$n_{\text{víz}}=\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\approx\frac{\tan\beta}{\tan\alpha}=\frac{\frac{K}{k}}{\frac{T}{t}},$$

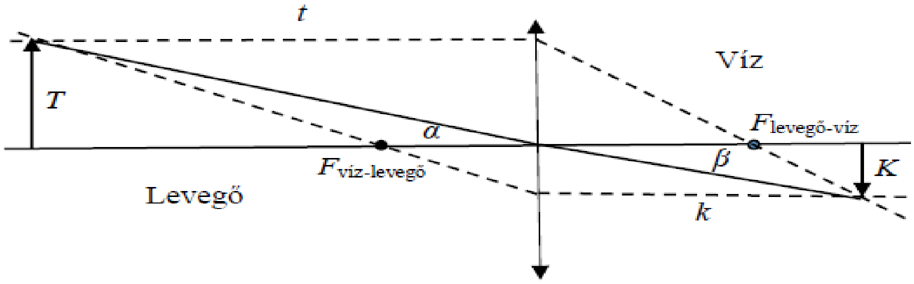
amiből kiszámíthatjuk a nagyítást:

$$N=\frac{K}{T}=n_{\text{víz}}\frac{k}{t}=\frac{4}{3}\cdot\frac{50}{100}=\mathbf{\frac{2}{3}}.$$

Ugyanilyen módon kaphatjuk meg a nagyítást akkor, ha a tárgy levegőben van, a kép pedig vízben keletkezik. Először írjuk fel az algebrai egyenletet (a leképezési törvényt):

$$\frac{1}{t}+\frac{n_{\text{víz}}}{k}=\frac{1}{100\ \text{cm}}+\frac{\frac{4}{3}}{k}=\frac{n-1}{R}+\frac{n-n_{\text{víz}}}{R}=\frac{1}{30\ \text{cm}},$$

aminek a megoldása: $k = \frac{400}{7}$ cm $\approx 57{,}14$ cm. Az előző esethez hasonlóan végezhetjük el a kép megszerkesztését:



A lencse optikai középpontján most is megtörik a fénysugár, azonban ebben az esetben $\alpha > \beta$, tehát a Snellius–Descartes-törvényt így írhatjuk fel:

$$n_{\text{víz}} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \approx \frac{\tan\alpha}{\tan\beta} = \frac{\frac{T}{t}}{\frac{K}{k}},$$

amiből a nagyítás:

$$N = \frac{K}{T} = \frac{1}{n_{\text{víz}}}\frac{k}{t} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\frac{400}{7}}{100} = \mathbf{\frac{3}{7}}.$$

Megjegyzések:
1. A feladat *a*) részének megoldásából azonnal látszik, hogy $f_{\text{levegő−levegő}} = 20$ cm, illetve $f_{\text{víz−víz}} = 80$ cm.
2. A feladatban szereplő összes esetben a 20 cm-es görbületi sugár előjele pozitív.
3. A feladat megoldásában a szokatlan az, hogy a nagyítás kiszámításakor nem alkalmazhatjuk a jól ismert *N* = *k*/*t* összefüggést.

Értékelési útmutató

1. feladat.

a) A mozgásegyenletek helyes felírása	**4 pont**
A súrlódási együttható zérus voltának igazolása	**1 pont**
A korong tömegközéppontja gyorsulásának meghatározása	**2 pont**
Az idő helyes meghatározása	**1 pont**
b) A mozgásegyenletek helyes felírása	**4 pont**
A kényszerfeltételek helyes felírása	**4 pont**
A cső tömegközéppontja és a kocsi gyorsulásának meghatározása	**2 pont**
Az idő helyes meghatározása	**2 pont**
	összesen : 20 pont

2. feladat.

*a)*A 90 °C-os víz tömegének helyes kiszámolása	**2 pont**
*b)*A 90 °C-os levegőben lévő telített vízgőz tömegének helyes kiszámolása	**2 pont**
Annak megfogalmazása, hogy a folyadék, illetve gőz állapotú víz össztömege nem változik.	**1 pont**
A fenti gondolatnak megfelelő egyenlet felírása	**2 pont**
Az egyenlet helyes megoldása	**1 pont**
*c)*A levegő térfogatának helyes megállapítása 125 °C-on	**1 pont**
A levegő térfogatának helyes megállapítása 90 °C-on	**1 pont**
A levegő nyomásának helyes megállapítása 90 °C-on	**1 pont**
Az egyesített gáztörvény felírása a két állapotra	**1 pont**
A fenti egyenlet rendezésével a levegő nyomásának helyes megállapítása 125 °C-on	**2 pont**
d) Plauzibilis becslésre vonatkozó egyenlet helyes felírása	**4 pont**
Az egyenlet helyes megoldása	**2 pont**
	összesen : 20 pont

3. feladat.

a) A leképezési törvény felírása az üveg törésmutatójával és a görbületi sugárral levegő-levegőre	**1 pont**
A leképezési törvény felírása az üveg és a víz törésmutatójával és a görbületi sugárral víz-vízre	**1 pont**
A kérdéses törésmutató és görbületi sugár számszerű meghatározása	**2 pont**
b) A víz-lencse-levegő rendszer fókusztávolsága	**2 pont**
A levegő-lencse-víz rendszer fókusztávolsága	**2 pont**
c) A szerkesztések helyes elvégzése (2-2 pont)	**4 pont**
d) A vízben lévő tárgy képének relatív mérete levegőben	**4 pont**
A levegőben lévő tárgy képének relatív mérete vízben	**4 pont**

(Ha a versenyző az $N = k/t$ összefüggést alkalmazza, illetve nem veszi észre, hogy a lencse optikai középpontján áthaladó fénysugár megtörik, akkor a *c)* és *d)* kérdésre adott válaszára nem kaphat pontot.) **összesen: 20 pont**

A megoldásban vázoltaktól eltérő számításokra, amelyek elvileg helyesek és helyes végeredményre vezetnek, az alkérdésekre adható teljes pontszám jár.