Országos Közoktatási Értékelési és Vizsgaközpont

M13/III.

A 2005/2006. tanévi

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny

első (iskolai) fordulójának

javítási-értékelési útmutatója

Fizika III. kategóriában

A 2005/2006. tanévi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny első fordulójának
feladatai és megoldásai f i z i k á b ó l

A dolgozatok elkészítéséhez minden segédeszköz használható. Megoldandó az első három feladat és a 4/A és 4/B sorszámú feladatok közül egy szabadon választott. *Csak 4 megoldásra adható pont.* Ha valaki 5 megoldást küld be, a 4/A és 4/B feladat közül a több pontot érő megoldást vesszük figyelembe.

III. kategória

1. feladat. *Egy speciális repülőgép olyan manővert végez, amely során utasai átélik a súlytalanság élményét. A súlytalansági állapot akkor kezdődik, amikor a gép sebessége vízszintes irányú, és* 120 m/s *nagyságú, és akkor fejeződik be, amikor a gép sebessége eléri a* 150 m/s-*ot.*

a) Mennyi ideig tart a súlytalansági állapot?

b) Mennyit veszít magasságából a gép, miközben benn a súlytalansági állapot megvalósul? (A gép a Föld légkörében repül, számoljunk g = 10 m/s^2 *értékkel!)*

Megoldás. *a)* Egy repülőgép utasai akkor lesznek a súlytalanság állapotában, ha a gép gyorsulása megegyezik a gravitációs gyorsulással. Mivel gépünknek kezdetben vízszintes irányú sebessége van, ezért a gépnek a vízszintes hajítás pályáján, a hajítási mozgásnak megfelelően kell mozognia.
A $v_0 = v_x = 120$ m/s és $v = 150$ m/s jelölésekkel:

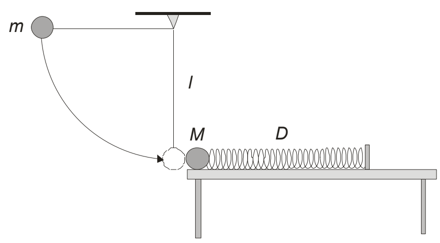
$$v^2 = v_0^2 + v_y^2 \quad \rightarrow \quad v_y = \sqrt{v^2 - v_0^2} = \sqrt{150^2\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} - 120^2\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}} = 90\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

A függőleges mozgásból a repülési idő:

$$v_y = gt \quad \rightarrow \quad t = \frac{v_y}{g} = \frac{90\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \mathbf{9\ s.}$$

A súlytalansági állapot tehát 9 másodpercig tart. *b)* A gép süllyedése is meghatározható:

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}\cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\cdot 81\,\mathrm{s}^2 = \mathbf{405\ m.}$$



2. feladat. *Vízszintes sima asztalon egyik végén megtámasztott csavarrugó másik végénél egy M* = 1,15 kg *tömegű homogén, tömör golyó nyugszik az ábra szerint. Ezzel a golyóval egy másik, l* = 30 cm *hosszú függőleges fonálon függő m* = 1,00 kg *tömegű golyó érintkezik. A fonálon függő golyót a vízszintesig kitérítjük, majd kezdősebesség nélkül elengedjük. A leérkező golyó sebessége a rugó tengelyébe esik. A két golyó ütközése abszolút rugalmas.*

Mekkorának kell lennie a rugó direkciós erejének, hogy a két golyó második ütközése is ugyanott történjen, mint az első? Mennyi idő telik el a két ütközés között? Az első ütközés után maximálisan milyen messzire kerül a két golyó egymástól?

Megoldás. A feladat feltételezi a mélyebb fizikai gondolkodást. Egy síkinga lengésideje általában bonyolult kifejezéssel adható meg, míg a csavarrugóhoz erősített test rezgésideje egyszerű. A feladat „nehézsége” abban rejlik, hogy ugyanannyi idő alatt kell a két golyónak visszatérni az ütközés helyére. Első látásra a síkinga fél-periódusidejének meghatározása okozhat gondot.

Aki viszont értelmesen tanulta a fizikát, annak számára feltűnhet, hogy *kicsi* a két golyó tömege közötti különbség. Ha pontosan azonos tömegűek volnának, bármekkora direkciós erő esetén teljesülne a feltétel, hiszen a sebességcsere miatt az érkező golyó megállna, és helyben bevárná a második ütközést, ami eo ipso ugyanott jönne létre, mint az első. Az érkező golyó azonban *kicsit* kisebb tömegű, tehát *bizonyosan* visszapattan, vagyis az inga ütközés után is lengést végez. De az adatokra pillantva könnyen beláthatjuk — és ezt ellenőrizhetjük is —, hogy nagyon kismértékben tér ki az inga az ütközés után, vagyis sok tizedes pontosságra megadja a lengésidőt a síkinga lengésidőképlete. A síkinga fél lengésideje tehát meg kell, hogy egyezzen a rugóhoz erősített golyó fél rezgésidejével.

Érvényes tehát:

$$\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \pi\sqrt{\frac{M}{D}},$$

ahonnan a keresett direkciós erő:

$$D = \frac{Mg}{l} = \frac{1{,}15\,\mathrm{kg}\cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}{0{,}3\,\mathrm{m}} = \mathbf{37{,}60\,\frac{N}{m}}$$

függetlenül az inga gömbjének tömegétől! (Akkora direkciós erejű rugóra van szükség, amelyre az M tömegű golyót akasztva pont annyira nyúlik meg, mint a nekiütköző inga fonalának hossza!)

Az elegendően kis kitérés ellenőrzése:
Az inga visszapattanás utáni kezdősebessége:

$$u = (k+1)c - kv = 2\frac{m\sqrt{2gl}+0}{m+1{,}15m} - \sqrt{2gl} = \frac{2\sqrt{2gl} - 2{,}15\sqrt{2gl}}{2{,}15} = -0{,}0698\sqrt{2gl}.$$

Az inga emelkedésének magasságára:

$$mg\Delta h = \frac{1}{2}mu^2,$$

azaz

$$g\Delta h = \frac{1}{2}0{,}0698^2 2gl \quad \rightarrow \quad \Delta h = 0{,}00487\cdot l.$$

Az ütközés utáni kitérés szögére:

$$\cos\alpha = \frac{l-\Delta h}{l} = 1 - 0{,}00487 = 0{,}9951 \quad \rightarrow \quad \alpha = 5{,}66°.$$

Ilyen kis kitérésre valóban jól alkalmazható a fonálinga lengésidő-képlete.

A két ütközés között eltelt idő:

$$\Delta t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \mathbf{0{,}55\,s}.$$

(Ez az eredmény természetesen megkapható a fél rezgésidőből is:

$$\Delta t = \pi\sqrt{\frac{m}{D}} = \pi\sqrt{\frac{1{,}15\,\mathrm{kg}}{37{,}6\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} = \pi\sqrt{0{,}03058} = 0{,}549\,\mathrm{s} \approx 0{,}55\,\mathrm{s}.)$$

Amikor legtávolabb lesznek a golyók egymástól, éppen egy (közös) negyed periódusidő telik el. A rugó maximális összenyomódása az M tömegű golyó kezdősebességéből könnyen meghatározható. Ez a sebesség a rugalmas ütközés szabálya szerint:

$$U = 2\frac{m\sqrt{2gl}+0}{2{,}15m} = 0{,}930\sqrt{2gl},$$

és a harmonikus rezgés maximális sebessége és az amplitúdó (max. deformáció) közötti kapcsolat alapján:

$$U_{\max} = U = A\omega = A\sqrt{\frac{D}{M}} = A\sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Beírva U értékét:

$$A = U\sqrt{\frac{l}{g}} = 0{,}93\sqrt{2gl}\cdot\sqrt{\frac{l}{g}} = 0{,}93\cdot l\sqrt{2} = 1{,}315\cdot l = 0{,}395\ \text{m} \approx 0{,}4\ \text{m}.$$

A két golyó közötti maximális távolság a két kitérés összege. A golyó kitérése:

$$\Delta r = l\varphi = 0{,}3\ \text{m}\cdot 5{,}99°\frac{\pi}{180°} = 0{,}0296\ \text{m} \approx 3\ \text{cm}.$$

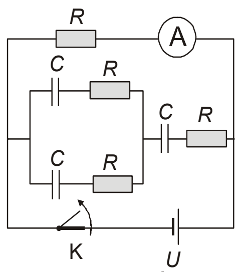
Mivel a golyó emelkedése mindössze

$$\Delta h = 0{,}00487\cdot l = 0{,}00487\cdot 0{,}3\ \text{m} = 0{,}00146\ \text{m} < 1{,}5\ \text{mm},$$

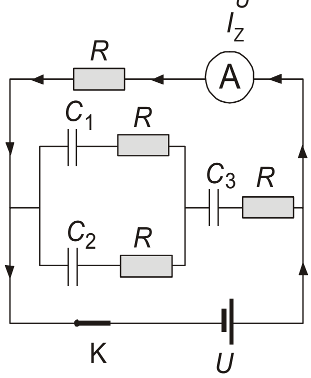
vagyis az emelkedés elhanyagolható, így a két golyó (ütközési pontjainak) távolsága egymástól:

$$d_{\max} = \Delta r + A = \mathbf{43\ cm}.$$

3. feladat. *Az ábrán látható áramkörben minden ellenállás nagysága R, és minden kondenzátor kapacitása C. A K kapcsolót hosszabb ideig zárva tartjuk, majd nyitjuk. Határozzuk meg, hogy közvetlenül a kapcsoló nyitása után hány százalékkal mér kisebb áramerősséget az árammérő, mint nyitás előtt?*



Megoldás. Zárt kapcsolónál a mért áramerősség $I_Z = \dfrac{U}{R}$.



Határozzuk meg, hogy mekkora feszültségre töltődnek fel a kondenzátorok! A kapacitások közötti összefüggések:

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 2C,$$

$$C_{123} = \frac{C_{12}\cdot C_3}{C_{12}+C_3} = \frac{2C\cdot C}{2C+C} = \frac{2}{3}C.$$

A kondenzátorok töltésére kapjuk:

$$Q_{123} = C_{123}\cdot U = \frac{2}{3}CU.$$

Mivel a C_1 és C_2 kondenzátorok fegyverzetének jobb oldala a C_3 kondenzátor bal oldali lemezével együtt semleges, a rendszerre vitt össztöltés megegyezik a C_3 kondenzátor töltésével, vagyis Q_3 töltés annyi, mint az egész rendszerre áramlott töltés:

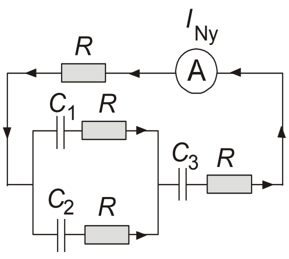
$$Q_3 = Q_{123} = \frac{2}{3}CU.$$

A C_3 kondenzátorra eső feszültség pedig

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{2}{3}\frac{CU}{C} = \frac{2}{3}U,$$

és a másik két kondenzátorra jutó feszültség

$$U_1 = U_2 = U - U_3 = U - \frac{2}{3}U = \frac{1}{3}U.$$



Közvetlenül a kapcsoló nyitása után a kondenzátorokat a velük sorba kapcsolt ellenállásokkal egy-egy feszültségforrásnak tekinthetjük, amelyeknek R a belső ellenállásuk, az elektromotoros erejük pedig $U/3$ illetve $2U/3$.

Az „1” és „2” feszültségforrás eredő elektromotoros ereje és belső ellenállása:

$$\mathcal{E}_{12} = \frac{U}{3}, \quad R_{b12} = \frac{R}{2}.$$

Az „12” és „3” feszültségforrás eredő elektromotoros ereje és belső ellenállása:

$$\mathcal{E}_{123} = \frac{U}{3} + \frac{2U}{3} = U, \qquad R_{b123} = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R.$$

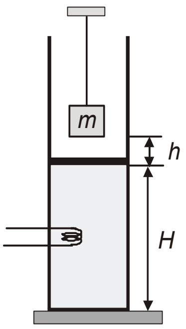
A külső ellenállás szerepét az R ellenállás játssza.
Közvetlenül a kapcsoló nyitása után kialakuló áram erőssége az Ohm–törvény alapján:

$$I_{Ny} = \frac{\mathcal{E}_{123}}{R + R_{b123}} = \frac{U}{R + \frac{3}{2}R} = \frac{2}{5}\frac{U}{R}.$$

A két áramerősség aránya:

$$\frac{I_{Ny}}{I_Z} = \frac{2}{5}\frac{U}{R} \cdot \frac{R}{U} = \frac{2}{5} = 0{,}4 = \mathbf{40\%.}$$

Közvetlenül a kapcsoló nyitása után az áramerősség-mérő **60 %-kal** kisebb áramerősséget mutat, mint előtte.



4./A feladat. *Egy függőleges tengelyű, felül nyitott hengeres edényben lévő nitrogén gázt könnyen mozgó, elhanyagolható tömegű,* $A = 10\ \mathrm{cm}^2$ *alapterületű dugattyú zár el a* $p_0 = 100\ \mathrm{kPa}$ *nyomású külső levegőtől. A dugattyú kezdetben* $H = 10\ \mathrm{cm}$ *magasságban van, és felette* $h = 2\ \mathrm{cm}$ *magasságban egy fonálon függő,* $m = 2\ \mathrm{kg}$ *tömegű test lóg. Az elzárt gázt a beépített fűtőszál segítségével lassan a kezdeti* $T_1 = 300\ \mathrm{K}$ *hőmérsékletről* $T = 540\ \mathrm{K}$ *hőmérsékletre melegítjük.*

a) Ábrázoljuk nyomás-térfogat grafikonon a gáz állapotváltozását!

b) Határozzuk meg, hogy az m tömegű test helyzeti energia-növekedése hány százaléka a nitrogén gáz által felvett hőnek! (Számoljunk $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$ *értékkel!)*

Megoldás. *a)* A folyamatot három, izobár ill. izochor állapotváltozásból tehetjük össze.
Az első (1-2) izobár folyamatának szakasz jellemzői:

$$V_1 = AH = 100\ \mathrm{cm}^3,$$
$$p_1 = p_0 = 100\ \mathrm{kPa},$$
$$T_1 = 300\ \mathrm{K}.$$

Az első folyamat végén a megfelelő értékek:

$$V_2 = A(H + h) = 120\ \mathrm{cm}^3$$
$$p_2 = p_1 = 100\ \mathrm{kPa},$$

és a Gay-Lussac–törvény szerint

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1}T_1 = \frac{120}{100} \cdot 300\ \mathrm{K} = 360\ \mathrm{K}.$$

A második szakasz (2-3) izochor melegedés, amíg a dugattyú meg nem mozdítja a nehezéket.
Az állapotjelzők:

$$V_3 = V_2 = \mathbf{120\ cm^3},$$

$$p_3 = p_0 + \frac{mg}{A} = 100\ \mathrm{kPa} + \frac{20\ \mathrm{kg} \cdot 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}{10^{-2}\mathrm{m}^2} = \mathbf{120\ kPa}.$$

A végső nyomás Gay–Lussac törvénye szerint:

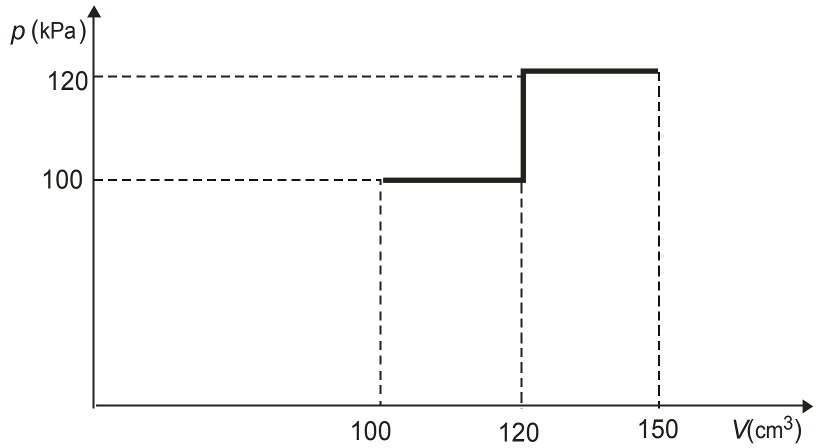
$$T_3 = \frac{p_3}{p_2} T_2 = \frac{120\,\text{kPa}}{100\,\text{kPa}} 360\,\text{K} = 432\,\text{K}.$$

A harmadik szakasz (3-4) folyamata ismét izobár, bár nagyobb nyomáson, mint az első. A második izobár melegedés adatai:

$p_4 = p_3 =$ **120 kPa**,
$T_4 = T = 540$ K,

A végső térfogat Gay–Lussac törvénye alapján:

$$V_4 = \frac{T_4}{T_3} V_3 = \frac{540}{432} 120\,\text{cm}^3 = \mathbf{150\,cm^3}.$$



b) A test $\Delta h = \dfrac{V_4 - V_3}{A} = \dfrac{150\,\text{cm}^3 - 120\,\text{cm}^3}{10\,\text{cm}^2} = 3\,\text{cm}$ - t emelkedett, helyzeti energiája

$$\Delta E_\text{h} = mg\Delta h = 2\,\text{kg} \cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}03\,\text{m} = 0{,}6\,\text{J}$$

értékel növekedett.

A gáz által felvett hő az izobár folyamatnál $Q_\text{p} = \dfrac{f+2}{2} p\Delta V$, izochor folyamatnál pedig $Q_\text{v} = \dfrac{f}{2} p\Delta V$. A teljes folyamat alatt felvett hők összeadódnak:

$$Q = \frac{7}{2} p_0 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} V_2 (p_3 - p_2) + \frac{7}{2} p_3 (V_4 - V_3).$$

Számadatainkkal:

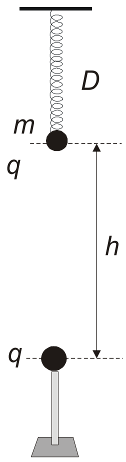
$$Q = \frac{7}{2} 10^5\,\text{Pa} (1{,}2 - 1) \cdot 10^{-4}\,\text{m}^3 + \frac{5}{2} 1{,}2 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^3 (1{,}2 - 1) \cdot 10^5\,\text{Pa} + \frac{7}{2} 1{,}2 \cdot 10^5\,\text{Pa} (1{,}5 - 1{,}2) \cdot 10^{-4}\,\text{m}^3.$$

A műveletek elvégzése után Q = 7 J + 6 J + 12,6 J =25,6 J értéket kapunk.
A nehezék helyzeti energiája megváltozásának és a felvett hőnek az aránya:

$$\frac{\Delta E_\text{h}}{Q} = \frac{0{,}6\,\text{J}}{25{,}6\,\text{J}} = 0{,}0234 = \mathbf{2{,}34\,\%}.$$

4./B feladat. *m* = 120 g *tömegű, pontszerű golyó D* = 4 N/m *direkciós erejű, kezdetben nyújtatlan állapotban tartott rugóhoz van erősítve, melynek felső vége rögzített. A golyó alatt, rajta áthaladó függőleges egyenes mentén, tőle h* = 0,4 m *mélyen szigetelő állványon egy másik, pontszerű golyót rögzítettünk. Mindkét golyónak azonos q töltést adtunk. A rugó lökésmentes elengedése után a rá függesztett golyó h/2 magasságban éri el maximális sebességét.*

a) Mekkora a golyók töltése?
b) Mekkora a süllyedő golyó maximális sebessége?
c) Mennyire közelíti meg a felső golyó az alsót?



Megoldás. *a)* A golyó a legnagyobb sebességét akkor éri el, amikor a rá ható erők eredője egy pillanatra zérussá válik. A golyóra a nehézégi erő, a rugalmas erő és az elektromos (taszító) erő hat. Így a mozgásegyenlet a maximális sebességű helyzetre:

$$mg - D\frac{h}{2} - k\frac{q^2}{h^2}\cdot 4 = 0.$$

Innen a golyók töltése:

$$q = \sqrt{\frac{mgh^2}{4k} - D\frac{h^3}{8k}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0{,}12\,\mathrm{kg}\cdot 9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\cdot 0{,}16\,\mathrm{m}^2}{4\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{C}^2}} - 4\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\cdot\frac{0{,}064\mathrm{m}^3}{8\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{C}^2}}} = \mathbf{1{,}29\cdot 10^{-6}\,C}.$$

b) A maximális sebességet az energiatételből kapjuk:

$$mg\frac{h}{2} - \frac{1}{2}D\left(\frac{h}{2}\right)^2 + kq^2\left(\frac{1}{h} - \frac{2}{h}\right) = \frac{1}{2}mv_{\max}^2.$$

8*h*-val szorozva:

$$4mgh^2 - Dh^3 + 8kq^2(-1) = 4mh\,v_{\max}^2.$$

A maximális sebesség tehát

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{4mgh^2 - Dh^3 - 8kq^2}{4mh}} = \sqrt{gh - \frac{Dh^3 + 8kq^2}{4mh}} =$$

$$\sqrt{9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\cdot 0{,}4\,\mathrm{m} - \frac{4\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\cdot 0{,}064\,\mathrm{m}^3 + 8\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{C}^2}\cdot\left(1{,}33\cdot 10^{-6}\right)^2\mathrm{C}^2}{4\cdot 1{,}2\cdot 10^{-1}\mathrm{kg}\cdot 0{,}4\,\mathrm{m}}} = \mathbf{1{,}35\,\frac{m}{s}}.$$

c) A maximális megközelítést a munkatétel adja:

$$mgx - \frac{1}{2}Dx^2 + kq^2\left(\frac{1}{h} - \frac{1}{h-x}\right) = 0.$$

Közös nevezőre hozva:

$$mgx - \frac{1}{2}Dx^2 + kq^2\frac{h-x-h}{h^2-hx} = mgx - \frac{1}{2}Dx^2 - kq^2\frac{x}{h^2-hx} = 0.$$

A nevezővel szorozva:

$$mgh^2x - mghx^2 - \frac{1}{2}Dh^2x^2 + \frac{1}{2}Dhx^3 - kq^2x = 0.$$

Az x süllyedéssel osztva másodfokú egyenletet kapunk:

$$mgh^2 - mghx - \frac{1}{2}Dh^2x + \frac{1}{2}Dhx^2 - kq^2 = 0.$$

Rendezés után:

$$Dhx^2 - \left(2mgh + Dh^2\right)x + 2\cdot\left(mgh^2 - kq^2\right) = 0,$$

Vagy:

$$x^2 - \left(\frac{2mg}{D} + h\right)x + 2\cdot\left(\frac{mgh}{D} - \frac{kq^2}{Dh}\right) = 0.$$

A mérőszámegyenletünk:

$$x^2 - \left(\frac{2\cdot 0{,}12\cdot 9{,}81}{4} + 0{,}4\right)x + 2\left(\frac{0{,}12\cdot 9{,}81\cdot 0{,}4}{4} - \frac{9\cdot 10^9\cdot\left(1{,}29\cdot 10^{-6}\right)^2}{4\cdot 0{,}4}\right) = 0$$

Az együtthatókat kiszámítva:

$$x^2 - 0{,}9886x + 0{,}2167 = 0.$$

A süllyedés értékére kapjuk:

$$x = \frac{0{,}9886 \pm \sqrt{0{,}9886^2 - 4\cdot 0{,}2167}}{2} = \begin{matrix} 0{,}6604\,\mathrm{m} \\ 0{,}3281\,\mathrm{m} \end{matrix}$$

A feladat szempontjából csak a második gyök a jó, ezzel a minimális távolság (a maximális megközelítés):

$$r_{\min} = h - x = 0{,}4\,\mathrm{m} - 0{,}3281\,\mathrm{m} = 0{,}0719\,\mathrm{m} = \mathbf{7{,}2\,cm}.$$

Értékelési javaslat

Mindegyik feladat teljes megoldásáért **20 pont** jár.

A tanár javítsa ki a dolgozatokat és állapítsa meg a pontszámot. Természetesen a közölttől eltérő gondolatmenetet is el kell fogadni, ha helyes. Hiányosságok miatt tört pontszámot kell levonni. Abban az esetben, ha a gondolatmenet jó, durva numerikus hibáért maximálisan **5 pont** vonható le. A tanár a dolgozatra írja rá, hogy mindegyik feladat megoldását hány pontra értékeli.

A dolgozat pontszáma a négy feladatra adott pontszámok összege, maximálisan **80 pont.** Ugyanazon feladat második, vagy harmadik módon történt megoldásáért nem adható külön pont.

Beküldendők mindazok a dolgozatok, amelyek összpontszáma **40** vagy több. *Csak 4 feladat pontértéke számíthat be az összpontszámba!*

JAVASOLT RÉSZPONTSZÁMOK

1. feladat.

a) A súlytalanság állapotának helyes értelmezése **5 pont.** A gép pályájának helyes jellemzése **5 pont.** A függőleges sebességkomponens nagyságának meghatározása **4 pont.** A súlytalanság időtartamának meghatározása **3 pont.** *b)* A gép süllyedésének kiszámítása **3 pont.**

2. feladat.

Annak felismerése, hogy az *adatokból következik,* hogy a feladat ismert összefüggések felhasználásával megoldható **5 pont.** A direkciós erő meghatározása **2 pont.** A lengésidőképlet alkalmazhatóságának ellenőrzése **3 pont.** A két ütközés között eltelt idő kiszámítása **2 pont.** A rugó maximális deformációjának meghatározása (amplitúdó) **4 pont.** A fonálon függő golyó maximális kitérésének kiszámítása **3 pont.** A két golyó maximális távolságának meghatározása **1 pont.**

3. feladat.

A kondenzátorok részkapacitásainak meghatározása **4 pont.** A kondenzátorok töltéseinek meghatározása a feszültség függvényében **3 pont.** A kondenzátorok feszültségeinek meghatározása **3 pont.** Az elektromotoros erők és „belső ellenállások" meghatározása **4 pont.**
A nyitási áramerősség meghatározása **3 pont.** A nyitási és záráskori áramerősség arányának százalékos meghatározása **3 pont.**

4./A feladat

a) A folyamatszakaszok jellegének helyes felismerése **2 pont.** A folyamat első szakaszának jellemzése, a gáz véghőmérsékletének meghatározása **2 pont.** A folyamat második szakaszának jellemzése, a gáz nyomásának meghatározása **2 pont.** A folyamat harmadik szakaszának jellemzése, a gáz végső térfogatának meghatározása **2 pont.** Az alkalmas ábra elkészítése a *p–V*-diagramon **2 pont.**
b) A test helyzeti energiaváltozásának meghatározása **2 pont.** Az izobár és izochor folyamatok hőfelvételének felírása **2 pont.** A teljes hőfelvétel meghatározása **3 pont.** A keresett arány helyes meghatározása **3 pont.**

4./B feladat.

a) Annak felismerése, hogy a maximális sebességet akkor éri el a golyó, amikor a rá ható erők eredője nulla **2 pont.** A helyes mozgásegyenlet felírása **2 pont.** A golyók (közös) töltésének meghatározása **3 pont.**
b) Az energiatétel helyes felírása **3 pont.** A maximális sebesség kiszámítása **3 pont.**
c) A legkisebb távolságra helyesen felírt munkatétel (energiatétel) **3 pont.** A süllyedés helyes meghatározása **3 pont.** A minimális távolság kiszámítása **1 pont.**