A 2013/2014. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
első forduló

FIZIKA

II. KATEGÓRIA

Javítási-értékelési útmutató

1.) Az asztalon álló, 1 méter magas, függőleges pálcára egy pici, 10 gramm tömegű gyöngyöt fűztünk. Ha a gyöngyöt a pálca tetején elengedjük, akkor az pontosan az asztalra érkezés előtt megáll. A pálca által a gyöngyre kifejtett fékező erő nagysága a pálca tetejétől az aljáig a megtett út függvényében egyenletesen változik nulláról egy bizonyos legnagyobb értékig.

a) Mekkora sebességgel indítsuk a gyöngyöt az asztaltól felfelé, hogy az éppen eljusson a pálca tetejéig?

b) Mekkora a pálca által a gyöngyre kifejtett fékező erő legnagyobb értéke?

c) Mennyi idő alatt éri el a pálca tetején elengedett gyöngy a pálca alját?

d) Mekkora sebességgel indítsuk a gyöngyöt az asztaltól felfelé, hogy az éppen eljusson a pálca közepéig?

Megoldás: Adatok: h = 1 m, m = 0,01 kg.

a) Alkalmazzuk a gyöngyre a munkatételt először (1), amikor a gyöngyöt a pálca tetején elengedjük, másodszor (2), amikor a pálca aljáról v sebességgel felfelé indítjuk:

$$\sum W = \Delta E_{mozg}$$

$$W_{neh} + W_{fék} = 0$$

$$mgh + W_{fék} = 0 \tag{1}$$

$$-mgh + W_{fék} = 0 - \frac{1}{2}mv^2 \tag{2}$$

Vegyük a két egyenlet különbségét ((1) – (2)):

$$2mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad \rightarrow \quad v = 2\sqrt{gh} = \mathbf{6,3\,\frac{m}{s}}.$$

b) Az (1) egyenlet alapján:

$$W_{fék} = -mgh$$

$$-\frac{0+F_{\max}}{2}\cdot h = -mgh \qquad \rightarrow \qquad F_{\max} = 2mg = \mathbf{0,2\ N}$$

c) A pálca mentén mozgó gyöngyre ható erők eredőjére vonatkozóan a következő megállapításokat tehetjük:

- A pálca tetején lefelé mutat, nagysága *mg*.
- A pálca közepén nulla.
- A pálca alján felfelé mutat, nagysága *mg*.
- A pálca mentén az eredő erő nagysága egyenletesen változik a megtett út függvényében.

Ezekből a tényekből megállapíthatjuk, hogy a gyöngyre ható eredő erő harmonikus, ezért a gyöngy harmonikus rezgőmozgás fél periódusának megfelelő mozgást végzett leérésig.
A környezetet „helyettesítő rugó" rugóállandója:

$$D = \frac{mg}{h/2} = 0{,}2\ \text{N/m.}$$

A keresett *t* idő megegyezik egy rezgőmozgás fél periódusidejével:

$$t = T/2 = \pi\cdot\sqrt{\frac{m}{D}} = \pi\cdot\sqrt{\frac{h}{2g}} \approx \mathbf{0,7\,s.}$$

d) Alkalmazzuk a gyöngyre a munkatételt, amikor a pálca aljáról *v'* sebességgel felfelé indítjuk:

$$\sum W = \Delta E_{mozg}$$

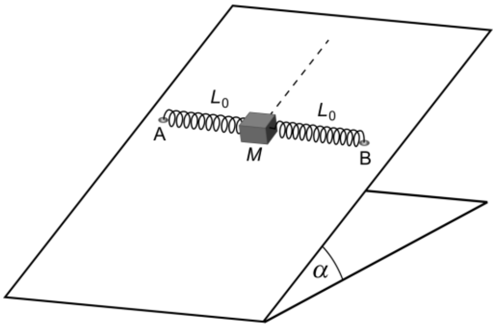
$$W_{neh} + W_{fék} = \Delta E_{mozg}$$

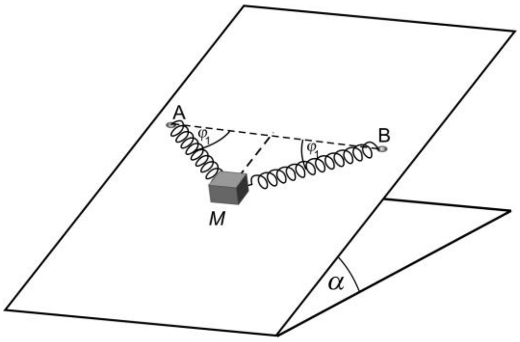
$$-mg\frac{h}{2} + \left(-\frac{F_{\max}+\frac{1}{2}F_{\max}}{2}\cdot\frac{h}{2}\right) = 0 - \frac{1}{2}mv'^2$$

Ezt az egyenletet rendezve:

$$v' = \sqrt{gh + \frac{3F_{\max}h}{4m}} = \mathbf{5\,\frac{m}{s}.}$$

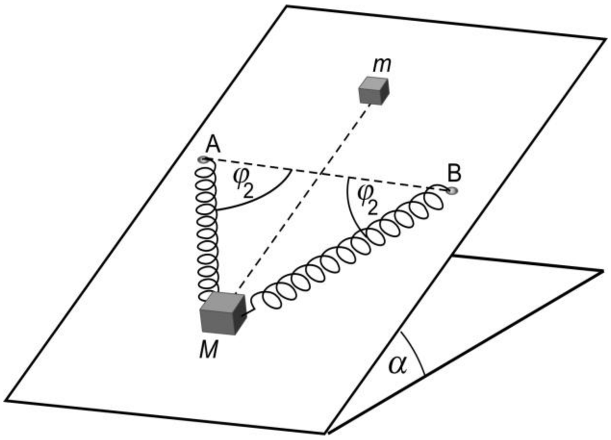
2.) Az α hajlásszögű lejtőn lévő **A** és **B** pontokat összekötő szakasz vízszintes. Az ábrán látható módon mindkét ponthoz egy-egy (nyújtatlan állapotban) $\boldsymbol{L_0}$ = 40 cm hosszúságú, D = 50 N/m direkciós erejű rugó egyik végét rögzítettük. A rugók másik végéhez egy M = 1 kg tömegű testet erősítettünk.





Az ***M*** tömegű test a lejtőn súrlódásmentesen mozoghat, egyensúlya esetén a rugók az **AB** szakasszal $\varphi_1 = 30^{\circ}$-os szöget zárnak be.

a) Mekkora a lejtő α hajlásszöge?



Ezt követően az **AB** szakasz felezőmerőlegesének egy pontjából nulla kezdősebességgel induló, a lejtőn szintén súrlódásmentesen mozgó, m = 0,5 kg tömegű test tökéletesen rugalmasan (centrálisan, egyenesen) ütközik az egyensúlyi helyzetben lévő M tömegű testtel. Az M tömegű test ütközés utáni legmélyebb helyzetében a rugók $\varphi_2 = 45^{\circ}$-os szöget zárnak be az **AB** szakasszal.

b) Mekkora sebességgel csapódott az m tömegű test az M tömegűnek?

c) Az m tömegű test ütközés után mekkora távolságra közelíti meg a kiindulási helyét?

Megoldás. *a)* Egyensúly esetén $\sum F = 0,$ esetünkben:

$$Mg\sin\alpha - 2F_{\mathrm{r}}\sin\varphi_1 = 0. \tag{1}$$

Itt
$$F_{\mathrm{r}} = D\Delta L_1 = D\;L_1 - L_0\; = D\left(\frac{L_0}{\cos\varphi_1} - L_0\right) = DL_0\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1}. \tag{2}$$

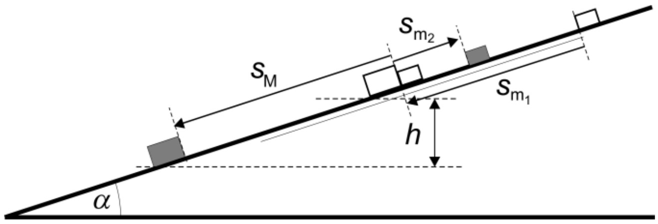
(2) beírásával (1)-ből:

$$Mg\sin\alpha = 2DL_0\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1}\sin\varphi_1 \quad\rightarrow\quad \sin\alpha = \frac{2DL_0}{Mg}\mathrm{tg}\varphi_1(1-\cos\varphi_1).$$

Innen
$$\alpha = \arcsin\left[\frac{2DL_0}{Mg}\mathrm{tg}\,\varphi_1(1-\cos\varphi_1)\right] = \arcsin\left[\frac{2\cdot 50\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\cdot 0,4\ \mathrm{m}}{1\ \mathrm{kg}\cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}\mathrm{tg}30°(1-\cos 30°)\right] =$$

$$= \arcsin 0,3094 = \mathbf{18°.}$$

b) Először meghatározzuk, hogy az ütközés során mekkora sebességet kapott az *M* tömegű test. Ebből visszafelé következtethetünk az *m* tömegű test érkezési sebességére, majd ebből az indulási helyére, valamint a visszapattanási sebességére. Ezeket ismerve meghatározhatjuk a kiindulási helyének a visszacsúszás legmagasabb pontjától való távolságát.



A munkatételből: $$Mgh - 2W_r = 0 - \frac{1}{2}Mu_M^2, \tag{3}$$

ahol u_M az *M* tömegű test ütközés utáni sebessége.

A rugóerők munkája $$2W_r = 2\cdot\frac{1}{2}D\left[\Delta L_2^{\,2} - \Delta L_1^{\,2}\right] = D\left[\Delta L_2^{\,2} - \Delta L_1^{\,2}\right].$$

Itt $$\Delta L_2 = L_2 - L_0 = \frac{L_0}{\cos\varphi_2} - L_0 = L_0\frac{1-\cos\varphi_2}{\cos\varphi_2} \quad \text{és ugyanígy} \quad \Delta L_1 = L_0\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1}.$$

A szintkülönbség: $h = s_M \sin\alpha$, ahol $s_M = L_0\mathrm{tg}\varphi_2 - L_0\mathrm{tg}\varphi_1$.

Ezzel (3) így írható:

$$MgL_0(\mathrm{tg}\varphi_2 - \mathrm{tg}\varphi_1)\sin\alpha - DL_0^2\left[\left(\frac{1-\cos\varphi_2}{\cos\varphi_2}\right)^2 - \left(\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1}\right)^2\right] = 0 - \frac{1}{2}Mu_M^2.$$

Innen az *M* tömegű test indulási sebessége:

$$u_M = \sqrt{\frac{2DL_0^2}{M}\left[\left(\frac{1-\cos\varphi_2}{\cos\varphi_2}\right)^2 - \left(\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1}\right)^2\right] - 2gL_0(\mathrm{tg}\varphi_2 - \mathrm{tg}\varphi_1)\sin\alpha}.$$

Beírva az adatokat:

$$u_M = \sqrt{\frac{2\cdot 50\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\cdot 0{,}4^2\,\mathrm{m}^2}{1\,\mathrm{kg}}\left[\left(\frac{1-\cos 45°}{\cos 45°}\right)^2 - \left(\frac{1-\cos 30°}{\cos 30°}\right)^2\right] - 2\,\mathrm{kg}\cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,0{,}4\,\mathrm{m}(\mathrm{tg}45° - \mathrm{tg}30°)\sin 18°} =$$
$$= 1{,}148\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Ezután a kis, *m* tömegű test becsapódási sebességét határozzuk meg a lendület és az energia megmaradása alapján:

$$mv_m = -mu_m + Mu_M$$
$$\frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}mu_m^2 + \frac{1}{2}Mu_M^2.$$

Használjuk ki, hogy $M = 2m$! Ezzel egyenleteink egyszerűsítés után:

$$mv_{\mathrm{m}} = -mu_{\mathrm{m}} + 2mu_{\mathrm{M}} \quad \rightarrow \quad v_{\mathrm{m}} = -u_{\mathrm{m}} + 2u_{\mathrm{M}} \quad \rightarrow \quad v_{\mathrm{m}} + u_{\mathrm{m}} = 2u_{\mathrm{M}} \qquad (1)$$

$$v_{\mathrm{m}}^2 = u_{\mathrm{m}}^2 + 2u_{\mathrm{M}}^2 \quad \rightarrow \quad v_{\mathrm{m}}^2 - u_{\mathrm{m}}^2 = 2u_{\mathrm{M}}^2 \quad \rightarrow \quad (v_{\mathrm{m}} - u_{\mathrm{m}})(v_{\mathrm{m}} + u_{\mathrm{m}}) = 2u_{\mathrm{M}}^2 \, .$$

Az alsó egyenletet osztjuk a felsővel:

$$\frac{(v_{\mathrm{m}} - u_{\mathrm{m}})(v_{\mathrm{m}} + u_{\mathrm{m}})}{v_{\mathrm{m}} + u_{\mathrm{m}}} = \frac{2u_{\mathrm{M}}^2}{2u_{\mathrm{M}}} \quad \rightarrow \quad v_{\mathrm{m}} - u_{\mathrm{m}} = u_{\mathrm{M}} \qquad (2)$$

(1) és (2) összegéből:

$$\begin{array}{r} v_{\mathrm{m}} + u_{\mathrm{m}} = 2u_{\mathrm{M}} \\ v_{\mathrm{m}} - u_{\mathrm{m}} = u_{\mathrm{M}} \\ \hline 2v_{\mathrm{m}} = 3u_{\mathrm{M}} \end{array}$$

Innen $v_{\mathrm{m}} = \frac{3}{2} u_{\mathrm{M}}$ és $u_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2} u_{\mathrm{M}}$.

A kis test érkezett $v_{\mathrm{m}} = \frac{3}{2} u_{\mathrm{M}} -$mel, azaz $1,5 \cdot 1,148 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1,72 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$-mal,

visszapattant $u_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2} u_{\mathrm{M}} -$mel, azaz $\frac{1}{2} \cdot 1,148 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 0,58 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$-mal.

Tehát a kis test $v_{\mathrm{m}} = \mathbf{1,72 \frac{m}{s}}$ sebességgel csapódott az *M* tömegű testhez.

(A kis test sebessége röviden megkapható az $u_{\mathrm{M}} = (k+1)c - kv_{\mathrm{M}}$ ütközési törvény alapján is a tömegközéppont sebességének beírásából, ahol a *k* ütközési szám az abszolút rugalmas ütközésre 1, és *c* jelenti a tömegközéppont sebességét:

$$u_{\mathrm{M}} = 2\frac{M \cdot 0 + mv_{\mathrm{m}}}{M+m} - 0 = \frac{2mv_{\mathrm{m}}}{M+m} \quad \rightarrow \quad v_{\mathrm{m}} = \frac{M+m}{2m} u_{\mathrm{M}} = \frac{1\,\mathrm{kg} + 0,5\,\mathrm{kg}}{2 \cdot 0,5\,\mathrm{kg}} 1,148 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \mathbf{1,72 \frac{m}{s}}\mathbf{.})$$

c) Milyen távolról kellett indulnia *m*-nek, hogy ekkora sebességgel érkezzen *M*-hez?

Zérus kezdősebességről $a_{\mathrm{m}} = g \sin\alpha$ gyorsulással megtett útja:

$$s_{\mathrm{m1}} = \frac{v_{\mathrm{m}}^2}{2g \sin\alpha} = \frac{1,72^2 \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \sin 18°} = 0,478\,\mathrm{m} \approx 0,48\,\mathrm{m}.$$

(Az ütközési törvény alapján is megkaphatjuk a korábban kapott visszapattanási sebesség értékét:

$$u_{\mathrm{m}} = 2\frac{M \cdot 0 + mv_{\mathrm{m}}}{M+m} - v_{\mathrm{m}} = \frac{m-M}{M+m} v_{\mathrm{m}} = \frac{0,5-1}{1+0,5} 1,72 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \approx -0,58 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \quad)$$

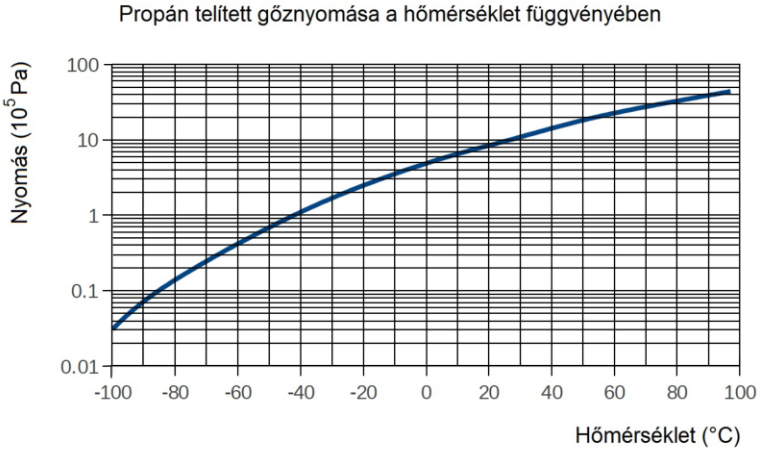
Ezzel a visszaút:

$$s_{\mathrm{m2}} = \frac{u_{\mathrm{m}}^2}{2g \sin\alpha} = \frac{0,58^2 \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}} \sin 18°} = 0,054\,\mathrm{m}.$$

A megközelítés távolsága:

$$d = s_{\mathrm{m1}} - s_{\mathrm{m2}} = 0,48\,\mathrm{m} - 0,054\,\mathrm{m} = \mathbf{0,426\,m.}$$

3.) Ez a feladat a propán (C_3H_8) hőtani viselkedésével foglalkozik. A propán telített gőz nyomásának hőmérsékletfüggését az alábbi grafikon mutatja (a függőleges tengelyen a nyomást logaritmikus skálán ábrázoltuk):



a) Tegyük fel, hogy egy tartály kizárólag propánt tartalmaz. A tartály 1 literes térfogatát félig propán folyadék, félig propángőz tölti ki, továbbá a hőmérséklet éppen a propán forráspontja normál légköri nyomáson. Határozzuk meg a gőz és a folyadék állapotú propán tömegét külön-külön! (Ebben az állapotban a propán folyadék sűrűsége 580 gramm/liter.)

b) A lezárt tartályban lévő propánt 25°C hőmérsékletre melegítjük. Ebben az esetben mennyi lesz a gőz és a folyadék állapotú propán tömege külön-külön? (25°C-on a folyadék állapotú propán sűrűsége 500 gramm/liter.)

c) A tartályt nagyméretű, magas, felülről nyitott, egyenes henger aljára tesszük, melyben 25°C-os, légköri nyomású, igen száraz levegő található. Ezek után a tartályból hagyjuk a propánt lassan kiszivárogni. Határozzuk meg, hogy hosszú idő múlva milyen magasan lesz az 1 m^2 alapterületű hengerben a propángázt a levegőtől elválasztó határréteg! (A szivárgás olyan lassú, hogy a propán és a levegő hőmérséklete mindvégig 25°C-os marad.)

Útmutatás: Számításaink során a propángőzt tekintsük ideális gáznak.

Megoldás: *a)* Az 1 literes tartály felében 580 gramm/liter sűrűségű propán folyadék van, tehát a folyadék állapotú propán tömege **290 gramm.**
A grafikonról leolvasható, hogy a normál légköri nyomáshoz ($p_0 \approx 10^5$ Pa) tartozó forráspont hozzávetőlegesen T_0 = – 42°C = 231 K. A propángőz térfogata V_0 = 0,5 liter = $5 \cdot 10^{-4}$ m^3, a propán moláris tömege M = 44,1 g/mol. Az ideális gáz állapotegyenlete alapján számíthatjuk ki a propángőz tömegét:

$$m = \frac{p_0 V_0 M}{R T_0} = \mathbf{1{,}15\ gramm.}$$

b) A grafikonról leolvashatjuk, hogy T = 25°C = 298 K hőmérsékleten a propán telített gőzének nyomása nagyjából p = 10 atmoszféra ≈ 10^6 Pa. A megoldás során azt használhatjuk ki, hogy tudjuk a folyadék és a gőzállapotú propán teljes térfogatát (V = 1 liter = 10^{-3} m^3) és össztömegét (m = 291,15 g). A folyadék állapotú propán tömege: $m_f = \rho_f V_f$, míg a gőz halmazállapotú propánra a következő egyenletet írhatjuk fel (ideális gázként tekintve a propán gőzt):

$$p(V - V_f) = p\left(V - \frac{m_f}{\rho_f}\right) = \frac{m - m_f}{M} RT.$$

Az egyenlet megoldása a folyadék állapotú propán tömegére:

$$m_f = \frac{m - \dfrac{pVM}{RT}}{1 - \dfrac{pM}{\rho_f RT}} = \frac{291{,}15\ \mathrm{g} - 17{,}8\ \mathrm{g}}{1 - 0{,}0356} = \mathbf{283{,}4\ gramm.}$$

A propán gőz tömege: $m_g = m - m_f$ = **7,7 gramm**.

c) A propán nagyobb sűrűségű, mint a levegő, ezért a tartály alján gyűlik össze, kiszorítva onnan a levegőt. A teljes propán mennyiség térfogata normál légköri nyomáson ($p_0 \approx 10^5$ Pa) és T = 25°C = 298 K hőmérsékleten:

$$V = \frac{mRT}{Mp_0} = 0{,}164\ \mathrm{m}^3.$$

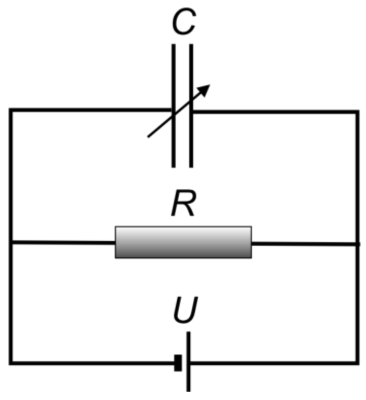
Mivel a henger 1 m^2 alapterületű, így a propánréteg magassága **16,4 cm** lesz.

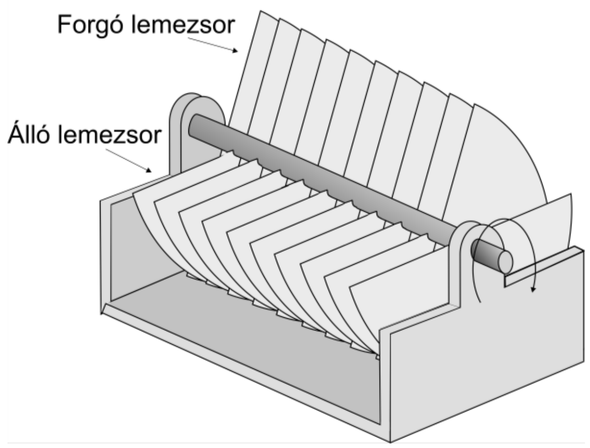
4.) Egy húsz lemezből álló speciálisan nagyméretű forgókondenzátor kapacitása mindig az egy lemezpárja aktuális kapacitásának a tizenkilencszerese. A lemezek félkör alakúak. A forgórész lemezeit ω szögsebességgel egyenletesen forgatjuk el a gyakorlatilag nulla kapacitású helyzettől a lemezek teljes szembenállásáig.

a) Add meg és ábrázold is grafikonon a vázolt áramkörben az ideális feszültségforrás által végzett munkát az idő függvényében az egész folyamatra!

b) Mennyi a telep által végzett összes munka a forgatás alatt? Mennyi Joule-hő szabadul fel az ellenálláson? Mekkora a kondenzátor energia-növekedése? Hogyan magyarázható, hogy a telep összes munkája nem egyezik meg a Joule-hő és a kondenzátor energiájának az összegével?

Adatok: A forrás feszültsége: U = 24 V; a kondenzátorlemezek sugara: r = 30 cm; a kondenzátorlemezek távolsága: d = 0,2 mm; a forgatás szögsebessége: ω = 3,927 rad/s, a fogyasztó ellenállása: R = 6 MΩ.





Megoldás. *a)* A forrás az ohmos ellenálláson állandó erősségű áramot hajt át:

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{24\,\text{V}}{6\cdot 10^6\,\Omega} = 4\,\mu\text{A}.$$

A kondenzátor kapacitása egyenletesen változik (a szembenálló felületek nagyságával együtt) az időben. Ebből következik, hogy a töltőáramának erőssége is állandó:

$$I_2 = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta C\cdot U}{\Delta t} = \text{állandó}.$$

A folyamat időtartama a forgatás szögsebességéből:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3{,}927\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}} = 0{,}8\,\text{s}.$$

A kondenzátort töltő áram (állandó) erőssége:

$$I_2 = \frac{\Delta C\cdot U}{\Delta t} = \frac{19\cdot\varepsilon_0\cdot\frac{r^2\pi}{2d}\cdot U}{\Delta t} = 3{,}55\,\mu\text{A}.$$

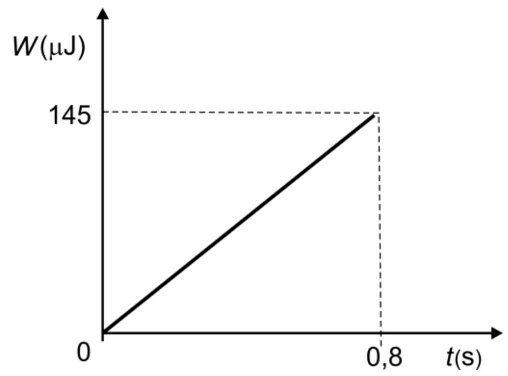
A forrás által leadott állandó teljesítmény:

$$P = U\cdot(I_1 + I_2) = 1{,}816\cdot 10^{-4}\,\text{W} \approx 182\,\mu\text{W}.$$

Az forrás állandó teljesítménnyel végzett munkája az eltelt idővel egyenes arányban nő, zérustól a maximális értékig:

$$W_{\text{max}} = P\cdot\Delta t = 182\,\mu\text{W}\cdot 0{,}8\,\text{s} = 145\,\mu\text{J}.$$

A grafikon:



b) Az ellenálláson fejlődő Joule-féle hő:

$$W_\text{J} = U\cdot I_1\cdot\Delta t = 76{,}8\,\mu\text{J}.$$

A kondenzátor elektromos energiája a folyamat végére:

$$W_\text{k} = \frac{1}{2}U\cdot I_2\cdot\Delta t = 34{,}1\,\mu\text{J}.$$

A forrás által végzett $W_{\text{max}} = 145\,\mu\text{J}$ munka éppen $34{,}1\,\mu\text{J}$ értékkel több, mint W_J + W_k. A többlet munkavégzés magyarázata azon alapszik, hogy miközben a lemezek egymás felé fordulnak, közöttük vonzóerő lép fel. Ezt a többlet munkavégzést az „kapja meg”, aki vagy ami állandó szögsebességgel beforgatja a lemezeket.

Értékelési útmutató

1. feladat

a) A munkatétel helyes felírás a két mozgásra (2+2) =	4 pont
A keresett v meghatározása	2 pont
*b)*A gyöngyre kifejtett fékező erő legnagyobb értékének meghatározása	3 pont
*c)*Annak megállapítása, hogy a gyöngy harmonikus rezgőmozgást végez	5 pont
A környezetet „helyettesítő rugó” rugóállandójának meghatározása	2 pont
A mozgás idejének helyes megállapítása	2 pont
*d)*A v' sebesség helyes meghatározása	2 pont
	Összesen: 20 pont

2. feladat

a) Az egyensúly helyes felírása	1 pont
Rugóerők eredőjének helyes meghatározása	2 pont
A keresett szög kiszámítása	2 pont
b.) A munkatétel helyes felírása	1 pont
A rugók munkájának helyes megadása	2 pont
A nehézségi erő munkájának helyes felírása	1 pont
M tömegű test indulási sebességének helyes megadása	3 pont
m tömegű test becsapódási sebességének kiszámítása	3 pont
c.) *m* tömegű test ütközés előtti útjának helyes felírása	1 pont
m tömegű test ütközés utáni sebességének kiszámítása	2 pont
m tömegű test ütközés utáni útjának helyes felírása	1 pont
A keresett távolság kiszámítása	1 pont
	Összesen 20 pont

3. feladat

a) folyadék állapotú propán tömege:	1 pont
propán gőz tömege:	4 pont
b) a helyes megoldás elvének felismerése:	6 pont
a két tömeg kiszámítása: (2 + 2) =	4 pont
c) határréteg magassága:	5 pont
	Összesen: 20 pont

Megjegyzés: Mivel a grafikonról történő leolvasás pontatlan, ezért a fenti eredményektől kb. 5 %-os eltéréseket is helyes eredményként kell elfogadni, ha egyébként elvileg helyes a megoldás.

4. feladat

a) Az ohmos ellenálláson áthaladó áram erősségének megadása:	2 pont
A kondenzátor kapacitása az idővel egyenes arányban változik:	1 pont
A kondenzátort töltő áram erősségének nagysága állandó:	1 pont
A folyamat időtartama a forgatás szögsebességéből:	2 pont
A kondenzátort töltő áram erőssége:	3 pont
A forrás által leadott állandó teljesítmény:	2 pont
Annak megállapítása, hogy a forrás munkája az idővel egyenes arányban nő:	1 pont
A grafikon a helyes értékekkel:	2 pont
b) Az ellenálláson fejlődő Joule-féle hő:	2 pont
A kondenzátor elektromos energiája a folyamat végére:	2 pont
A forrás által közölt energiából még annyi marad, mint a kondenzátor energiája:	1 pont
A többlet munkavégzés helyes magyarázata:	1 pont
	Összesen: 20 pont

Általános megjegyzés: A számítások során a g = 9,81 m/s^2-tel, és a g = 10 m/s^2-tel számolók kissé eltérő eredményt kapnak, ennek ellenére mindkét megoldás a teljes pontszámot kapja meg!