



Heinrich László Fizika Tantárgyverseny, 2019 Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely Feladatlap megoldásokkal IX. osztály

1. Feladat (1 pont) Egy Amerikában gyártott autó állandó sebességgel halad miközben sebességmérője 40 mérföld/h-t mutat. Ezzel a sebességgel mennyi idő alatt tud megtenni egy 8 km-es távot? (1 mérföld = 1.6 km)

- A) 12 perc B) 192 s C) **450 s** D) 8 perc

Megoldás: $\Delta x = 8 \text{ km} = \frac{8}{1.6} \text{ merfold} = 5 \text{ merfold}$; $\Delta x = vt \Rightarrow t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{5 \text{ merfold}}{40 \text{ merfold/h}} = \frac{5}{40} \text{ h} = \frac{15}{2} \text{ perc} = 450 \text{ s}$

2. Feladat (1 pont) Egy körhinta keringési periódusa 10 s. Mekkora a körhintán lévő megfigyelő sebessége, ha a körhinta átmérője $\frac{100}{2\pi} \text{ m}$?

- A) $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ B) $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ C) $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ D) **$18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$**

Megoldás: $T = 10 \text{ s}$; $D = 2r = \frac{100 \text{ m}}{2\pi}$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $v = \omega r = \frac{2\pi}{10 \text{ s}} \cdot \frac{100 \text{ m}}{4\pi} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \frac{3600}{1000} = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

3. Feladat (1 pont) Egy vízszintes asztallapon egy testet $F = 5 \text{ N}$ nagyságú erővel húzunk. Mekkora az asztallap által a testre kifejtett $N = 50 \text{ N}$ nyomóerő munkája, ha test elmozdulása $\Delta x = 2 \text{ m}$.

- A) -100 J B) **0 Nkm** C) 10 Nm D) 0.5 Nkm

Megoldás: $L = \vec{N} \cdot \vec{\Delta x} = N \Delta x \cos(\theta)$; $\theta = 90^\circ \Rightarrow L = 0 \text{ J}$

4. Feladat (1 pont) Egy rugóra $F = 5 \text{ N}$ nagyságú erővel hatunk. Mekkora a rugóállandó, ha az F erő által létrehozott megnyúlás $\Delta x = 10 \text{ cm}$?

- A) **50 N/m** B) 5 N/m C) 5 N/cm D) 0.5 N/mm

Megoldás: $F = k \Delta x \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{5 \text{ N}}{10 \text{ cm}} = 0.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

5. Feladat (1 pont) A csúszó súrlódási erő esetén:

- a) A súrlódási erő függ az érintkező felületek minőségétől.
- b) A súrlódási erő nem függ a test tömegétől.
- c) A súrlódási erő irányítása megegyezik az elmozdulásvektor irányításával
- d) A súrlódási erő irányítása ellentétes az elmozdulásvektor irányításával

A fenti kijelentésekre érvényes az, hogy

- A) csak a d) helyes B) **a) és d) is helyes** C) b) és c) is helyes D) csak az a) helyes

6. Feladat (2 pont) Egy autó 20 km/h sebességgel halad 3 percen keresztül, majd 5 percen keresztül 60 km/h sebességgel, végül pedig 2 percen át 30 km/h sebességgel. Határozzuk meg az autó által megtett össztávolságot (x) és a teljes útra számított átlagsebességet (\bar{v})!

- A) $x = 6 \text{ km}$; $\bar{v} = 36 \text{ km/h}$ B) **$x = 7 \text{ km}$; $\bar{v} = 42 \text{ km/h}$** C) $x = 6 \text{ km}$; $\bar{v} = 42 \text{ km/h}$ D) $x = 7 \text{ km}$; $\bar{v} = 36 \text{ km/h}$

Megoldás: $x = v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3 = (\frac{20 \cdot 3}{60} + \frac{60 \cdot 5}{60} + \frac{30 \cdot 2}{60}) \text{ km} = 7 \text{ km}$

$\bar{v} = \frac{x_{\text{tot}}}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{7000 \text{ m}}{60 \cdot (3+5+2) \text{ s}} = \frac{70}{6} \text{ m/s} = 42 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

7. Feladat (2 pont) Egy test 13 m/s sebességről lassít egyenletesen úgy, hogy a sebessége minden másodpercben 2 m/s-al csökken, Számítsuk ki 6 s elteltével a test által megtett utat (Δx) és erre az időtartamra a test átlagsebességét (\bar{v})!

- A) $\Delta x = 39 \text{ m}$; $\bar{v} = 6.5 \text{ m/s}$ B) $\Delta x = 42 \text{ m}$; $\bar{v} = 6.5 \text{ m/s}$ C) **$\Delta x = 42 \text{ m}$; $\bar{v} = 7 \text{ m/s}$** D) $\Delta x = 14 \text{ m}$; $\bar{v} = 2.33 \text{ m/s}$

Megoldás: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-2 \text{ m}}{1 \text{ s}^2} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; $v_f = v_0 + at = 13 - 2 \cdot 6 = 1 \text{ m/s}$; $\bar{v} = \frac{v_0 + v_f}{2} = \frac{13+1}{2} \text{ m/s} = 7 \text{ m/s}$;

$\Delta x = \bar{v} t = 7 \text{ m/s} \cdot 6 \text{ s} = 42 \text{ m}$

8. Feladat (2 pont) Egy mérnök megfigyelte, hogy miközben egy 200 m görbületi sugarú vízszintes körpályán halad, az autójában felfüggesztett inga a függőlegessel 15° fokos szöget zár be. Mekkora az autó sebessége? ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$; $\tan(15^\circ) = 0.26795$)

- A) 83.33 km/h B) 80 km/h C) 23.15 m/s D) **82.5 km/h**

Megoldás: Az inga szálában a feszítőerő T ; $T \cos(\alpha) = mg$; $T \sin(\alpha) = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{mv^2}{rmg} \Rightarrow v = \sqrt{rg \tan(\alpha)}$
 $v = \sqrt{200 \text{ m} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot \tan(15^\circ)} = 22.91 \text{ m/s} = 82.5 \text{ km/h}$

9. Feladat (2 pont) Egy 80 kg tömegű pilóta repülőgéppel 600 m sugarú függőleges síkú körpályán mozog. Mekkora erővel nyomja az ülés a pilótát a körpálya legalsó pontjában, ha ott a sebessége 155 m/s? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) **4003.3 N** B) 960 N C) 800 N D) 2200.3 N

Megoldás: $F = G + F_{cf} = mg + m \frac{v^2}{r} = 80 \cdot (10 + \frac{155^2}{600}) = 4003.3 \text{ N}$

10. Feladat (2 pont) A 2 m hosszú, 2 mm átmérőjű rézdrótot 2 mm-el akarjuk megnyújtani. Milyen nagyságú húzóerő szükséges ehhez, ha a réz Young-modulusa 117600 MPa?

- A) 1477.8 N B) 117.6 N C) **369.45 N** D) 738.9 N

Megoldás: $F = E \frac{S \Delta L}{L_0} = E \frac{\pi D^2 \Delta L}{4 L_0} = 117.6 \cdot 10^9 \frac{\pi \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 2} = 117.6 \pi \text{ N} = 369.45 \text{ N}$

11. Feladat (2 pont) Egy 5 g tömegű 100 m/s sebességű lövedék 6 cm mélyen hatol be egy fahasádba. Feltételezve, hogy a lövedék sebessége egyenletesen csökken, ahogy a fahasábban halad, határozzuk meg a lövedék fékezési idejét és a fahasáb által a lövedékre kifejtett erőt!

- A) 1.2 ms; 416.(6) N B) 1.2 s; 41.6(6) N C) **1.2 ms; 416.(6) kN** D) 1.2 ms; 4.1(6) kN

Megoldás: $\bar{v} = \frac{v_0 + 0}{2} = \frac{v_0}{2}$; $\Delta x = \bar{v} t = \frac{v_0 t}{2} \Rightarrow t = \frac{2 \Delta x}{v_0} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{100 \text{ m/s}} = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1.2 \text{ ms}$; $a = \frac{v_0}{t} = \frac{100 \text{ m/s}}{1.2 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$
 $a = \frac{100}{1.2} 10^3 \text{ m/s}^2$; $F = ma = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \frac{100}{1.2} 10^3 \text{ m/s}^2 = \frac{500}{1.2} \text{ N} = 416.(6) \text{ N}$

12. Feladat (2 pont) Egy egyenletes vastagságú, téglatest alakú tábla fekszik a földön. Hossza 3.4 m, szélessége 2 m, míg magassága 20 cm és tömege 180 kg. Mekkora eredő munkavégzéssel tudjuk felállítani a márványlapot úgy, hogy az a rövidebb élén álljon? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 3200 J B) 3060 J C) **2880 J** D) 2900 J

Megoldás: $L = mg \Delta h = 180 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (\frac{3.4 \text{ m}}{2} - \frac{0.2 \text{ m}}{2}) = 180 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1.6 \text{ m} = 2880 \text{ J}$

13. Feladat (2 pont) Milyen nagyságú erő szükséges ahhoz, hogy egy 1300 kg tömegű autót nyugalomból indítva 80 m-es úton 20 m/s sebességre gyorsítsan?

- A) 1625 N B) 3000 N C) 3500 N D) **3250 N**

Megoldás: $\bar{v} = \frac{v}{2} = 10 \text{ m/s}$; $\Delta t = \frac{\Delta x}{\bar{v}} = \frac{80}{10} = 8 \text{ s}$; $a = \frac{v}{\Delta t} = \frac{20}{8} \text{ m/s}^2$; $F = ma = 1300 \frac{20}{8} \text{ N} = 3250 \text{ N}$

14. Feladat (2 pont) Egy 2000 kg tömegű lift az alagsorból indul. Az ehhez képest 25 m magasán lévő negyedik emelet elérésekor sebessége 3 m/s. Emelkedés közben egy állandó, 500 N nagyságú súrlódási erő hat rá. Határozzuk meg a liftet működtető berendezés által végzett munkát! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) $L = 503500 \text{ J}$ B) **$L = 521500 \text{ J}$** C) $L = 496500 \text{ J}$ D) $L = 711500 \text{ J}$

Megoldás: $L = m \frac{v^2}{2} + \Delta h(mg + F_s) = 2000 \frac{9}{2} + 25 \cdot 2000 \cdot 10 + 25 \cdot 500 = 521500 \text{ J}$

15. Feladat (2 pont) Egy 160 m magas épület tetejéről a vízszintessel 30 fokos szöget bezáró egyenes mentén lefele ferdén elhajítunk egy testet. A test kezdősebessége 40 m/s. Mennyi idő múlva ér a test a talajra?

- A) 3.2 s B) 3.5 s C) **4 s** D) 4.5 s

Megoldás: $v_y = v_0 \sin(30^\circ) = 20 \text{ m/s}$; $h = v_y t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow 160 = 20 \cdot t + 5t^2 \Rightarrow t = 4 \text{ s}$

16. Feladat (4 pont) Egy merev rúdon a 200 g tömegű gyűrű súrlódásmentesen elmozdulhat. A rúd végéhez a gyűrűt egy 50 cm nyugalmi hosszúságú ideális rugóval kötjük. A rudat (a rajta csúszkáló gyűrűvel együtt) állandó szögsebességgel forgatjuk a függőleges síkban a rúdhoz rögzített rugóvég körül. Mekkora a forgatási szögsebesség és a rugó rugóállandója, ha a forgás során a rugó hossza az $L \in [50 - \frac{100}{18} \text{ cm}, 50 + \frac{300}{18} \text{ cm}]$ tartományból vesz fel értékeket? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) $\sqrt{20} \text{ rad/s}; 28 \text{ N/m}$ B) $\sqrt{10} \text{ rad/s}; 20 \text{ N/m}$ C) $\sqrt{10} \text{ rad/s}; 28 \text{ N/m}$ D) $\sqrt{20} \text{ rad/s}; 20 \text{ N/m}$

Megoldás: $\Delta L_{\min} = -\frac{1}{18} m; \Delta L_{\max} = \frac{3}{18} m$;
felso fordulopontra : $mg + k\Delta L_{\min} = m\omega^2(L_0 + \Delta L_{\min})$; also fordulopontra : $mg + m\omega^2(L_0 + \Delta L_{\max}) = k\Delta L_{\max} \Rightarrow$
 $\omega^2 = g \frac{\Delta L_{\max} + \Delta L_{\min}}{L(\Delta L_{\max} - \Delta L_{\min})} = 10/\text{s}^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{10} \text{ rad/s}$;
 $k = \frac{mg + m\omega^2(L_0 + \Delta L_{\max})}{\Delta L_{\max}} = \frac{0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 10(0.5 + 3/18)}{3/18} = 20 \text{ N/m}$

17. Feladat (4 pont) Két tökéletesen rugalmas golyó egymással szembe mozog az Ox tengely mentén. Az egyik tömege $m_1 = 2 \text{ kg}$, sebessége $v_{1x} = 8 \text{ m/s}$, a másik tömege $m_2 = 3 \text{ kg}$, sebessége $v_{2x} = -6 \text{ m/s}$. Mekkora lesz a golyók ütközés utáni sebessége?

- A) $u_{1x} = -9 \text{ m/s}; u_{2x} = 5.3 \text{ m/s}$ B) $u_{1x} = -5.3 \text{ m/s}; u_{2x} = -9 \text{ m/s}$
C) $u_{1x} = 5.2 \text{ m/s}; u_{2x} = -8.8 \text{ m/s}$ D) $u_{1x} = -8.8 \text{ m/s}; u_{2x} = 5.2 \text{ m/s}$

Megoldás: $m_1 v_{1x}^2 + m_2 v_{2x}^2 = m_1 u_{1x}^2 + m_2 u_{2x}^2; m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = m_1 u_{1x} + m_2 u_{2x} \Rightarrow$

$$u_{1x} = \frac{2m_2 v_{2x} + (m_1 - m_2)v_{1x}}{m_1 + m_2} = -\frac{44}{5} \text{ m/s} = -8.8 \text{ m/s}$$

$$u_{2x} = \frac{2m_1 v_{1x} + (m_2 - m_1)v_{2x}}{m_1 + m_2} = \frac{26}{5} \text{ m/s} = 5.2 \text{ m/s}$$

18. Feladat (4 pont) Egy céltárgyat $v_1 = 20 \text{ m/s}$ kezdősebességgel függőlegesen felhajítunk, majd $\tau = 3 \text{ s}$ múlva egy puskából függőlegesen felfele kilövünk egy $v_2 = 30 \text{ m/s}$ kezdősebességű golyót. A puska elsütésétől számítva mennyi idő múlva és milyen magasan találkozik a golyóval a céltárgy?

- A) $\Delta t = 3.375 \text{ s}; h = 10.5469 \text{ m}$ B) $\Delta t = 0.375 \text{ s}; h = 10.5469 \text{ m}$
C) $\Delta t = 3.41421 \text{ s}; h = 10 \text{ m}$ D) $\Delta t = 0.41421 \text{ s}; h = 10 \text{ m}$

Megoldás: $x_1(t) = v_1 \cdot t - \frac{gt^2}{2}; x_2(t) = v_2 \cdot (t - \tau) - \frac{g(t - \tau)^2}{2}; x_1(t_t) = x_2(t_t) \Rightarrow t_t = \frac{v_2 \tau + 0.5g\tau^2}{v_2 - v_1 + g\tau} = 3.375 \text{ s}$
 $\Rightarrow \Delta t = t_t - \tau = 0.375 \text{ s}$;
 $x_1(t_t) = h = 10.5469 \text{ m}$

19. Feladat (4 pont) Egy $m = 4 \text{ t}$ tömegű autó állandó 36 km/h állandó sebességgel mozog, miközben a motorja $P = 10 \text{ MW}$ állandó teljesítményt (egységnyi idő alatt végzett munka) fejt ki. Mekkora az autóra ható súrlódási erő nagysága?

- A) $10\,000 \text{ N}$ B) $100\,000 \text{ N}$ C) 1000 kN D) 100 kN

Megoldás: Súrlódási erő munkája $L_{Fs} = F_s \Delta x$, ez egységnyi időre számolva $P_{Fs} = \frac{L_{Fs}}{\Delta t} = \frac{F_s \Delta x}{\Delta t} = F_s v$
 $\Rightarrow F_s = \frac{P_{Fs}}{v} = \frac{P}{v}; v = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s} \Rightarrow F_s = \frac{10\,000 \text{ kW}}{10 \text{ m/s}} = 1000 \text{ kN}$

20. Feladat (12 pont) Egy függőleges bányakna mélysége $h = 337.5 \text{ m}$. A bányaknában egy $m = 900 \text{ kg}$ tömegű lift mozog, mely egy acélsodronyhoz van rögzítve. Annak érdekében, hogy a lift az akna aljából a felszínre emelkedjen, állandó erővel hatunk a liftre, amely erő a lift $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ gyorsulását idézi elő. Az indulástól számítva $t = 30 \text{ s}$ után a lift-re ható erőt hirtelen lecsökkentjük annak érdekében, hogy a lift a felszínre érés pillanatában megálljon. Felhasználva, hogy a lift gyorsulása állandó a mozgás mindkét szakaszán számítsuk ki: ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

I.) A lift sebességét a $t = 30 \text{ s}$ időpillanatban és a $t = 30 \text{ s}$ időpillanatig a lift által megtett utat.

- A) $15 \text{ m/s}; 225 \text{ m}$ B) $20 \text{ m/s}; 225 \text{ m}$ C) $15 \text{ m/s}; 250 \text{ m}$ D) $20 \text{ m/s}; 250 \text{ m}$

Megoldás: $v_B = at = 15 \text{ m/s}; h_1 = 0.5at^2 = 225 \text{ m}$

II.) A mozgás második szakaszában a gyorsulás értékét.

- A) 0.5 m/s^2 B) 1.0 m/s^2 C) 1.5 m/s^2 D) 2.0 m/s^2

Megoldás: $h = h_1 + v_B t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}; 0 = v_B - a_2 t_2 \Rightarrow a_2 = \frac{v_B^2}{2\Delta h} = 1 \text{ m/s}^2$

III.) Az időtartamot, amely alatt az indulástól számítva a lift a felszínre ér.

- A) 35 s B) 40 s C) 45 s D) 50 s

Megoldás: $t_2 = \frac{v_b}{a_2} = 15 \text{ s}$; $\tau = t + t_2 = 30 + 15 = 45 \text{ s}$

IV.) Az acélsodronyban a feszítőerő változásának mértékét a mozgás első és második szakasza között.

- A) 1350 N B) -1350 N C) -7200 N D) 7200 N

Megoldás: $T_1 = m(a + g)$; $T_2 = m(g - a_2) \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = -m(a + a_2) = -1350 \text{ N}$

21. Feladat (12 pont) Egy $m = 800 \text{ g}$ tömegű testet $E_c = 90 \text{ J}$ kezdeti kinetikus energiával elindítjuk egy lejtőn felfele. A súrlódás miatt a test a lejtőn feljut a B pontig, majd onnan visszacsúszik az A pontba. A test gyorsulásának nagysága a felfele mozgás során $a_{fel} = 7.5 \text{ m/s}^2$, míg a lefele mozgás során $a_{le} = 2.5 \text{ m/s}^2$. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

I.) Mekkora a lejtő és a vízszintes közötti szög nagysága?

- A) 15° B) 30° C) 45° D) 60°

Megoldás: $ma_{fel} = mg \sin(\alpha) + \mu N$; $ma_{le} = mg \sin(\alpha) - \mu N$; $\Rightarrow \sin(\alpha) = \frac{a_{fel} + a_{le}}{2g} = 0.5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

II.) Mekkora a lejtő és a test közötti csúszó súrlódási együttható?

- A) $\mu = \frac{1}{3\sqrt{2}}$ B) $\mu = \frac{2}{\sqrt{3}}$ C) $\mu = \frac{1}{3\sqrt{2}}$ D) $\mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$

Megoldás: $ma_{fel} = mg \sin(\alpha) + \mu mg \cos(\alpha) \Rightarrow \mu = \frac{a_{fel} - g \sin(\alpha)}{g \cos(\alpha)} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$

III.) Mekkora utat tesz meg a test a lejtőn felfele? (az A és B pontok közötti távolság)

- A) 15 m B) 17.5 m C) 20 m D) 25 m

Megoldás: $E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 15 \text{ m/s}$; $a_{fel}t_{fel} = v \Rightarrow t_{fel} = \frac{v}{a_{fel}} = 2 \text{ s}$

$d_{AB} = vt_{fel} - \frac{a_{fel}t_{fel}^2}{2} = 15 \text{ m}$

IV.) Mekkora a súrlódás miatt keletkező hő nagysága az ABA pályaszakaszon?

- A) 15 J B) 30 J C) 45 J D) 60 J

Megoldás: $L_{fs} = 2d_{AB}F_s = 2d_{AB}\mu mg \cos(\alpha) = 60 \text{ J}$

Kisfilmhez kapcsolódó kérdések

A videóban VALÓS rendszerekben követhető a mechanikai energia átalakulása.

22. Kérdés - 1. kísérlet (5 pont) Hasonlítsuk össze a vagon mechanikai energiáját a nyugalomból való elindulás pillanatában (E_0) és a megállás pillanatában (E)!

- A) $E \leq E_0$ B) $E_0 > E$ C) $E = E_0$ D) $E \geq E_0$

23. Kérdés - 1. kísérlet (5 pont) A pálya legfelső pontjában a gyermekek azért nem esnek ki a vagonból, mert:

- A) a biztonsági öv erősen tartja őket
B) nagy a tapadási súrlódás
C) körpályán mozognak
D) más ok miatt

24. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) Legyen R a hurok sugara. Akkor fordulhat elő, hogy a golyó nem esik ki a hurokból, ha a magasság, ahonnan indítjuk legalább

- A) $2R$ B) $2.25R$ C) $2.5R$ D) $3R$



25. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) A kiesést követően a szabadon leírt pálya felszálló szakasza

- A) körív, de sugara kisebb, mint a huroké
- B) egyenes szakasz
- C) **parabolaív**
- D) egyik sem a fentiek közül

26. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) Legyen \vec{a}_{fel} és \vec{a}_{le} a gyorsulásvektor a pálya felszálló illetve leszálló részén (azon pontokban, ahol a golyó sebességvektora függőleges). Melyik állítás helyes?

- A) **$|\vec{a}_{fel}| = |\vec{a}_{le}|$** B) $\vec{a}_{fel} = -\vec{a}_{le}$ C) $\vec{a}_{fel} = \vec{a}_{le}$ D) $\vec{a}_{le} = 0$

Pontozás

- Hivatalból: 10 pont
- 1-5 Feladat: $5 \times 1 = 5$ pont
- 6-15 Feladat: $10 \times 2 = 20$ pont
- 16-19 Feladat: $4 \times 4 = 16$ pont
- 20-21 Feladat: $2 \times 12 = 24$ pont
- 22-26 Kérdés: $5 \times 5 = 25$ pont

Munkaidő: 2.5 óra (feladatmegoldás) + 0.5 óra (rövid film vetítése, kérdések megválaszolása)