

**M/1.** Igaz-e, hogy ha ugyanazzal a rugóval kétszer akkora periódusidejű rezgést szeretnénk létrehozni a Holdon, mint a Földön létrejönné, akkor a Holdon háromszor könnyebb testet kell a végéhez rögzíteni? A Holdon a 'g' értéke a földi érték egyhatoda. Indokolja a választ! 3 pont

Rugó végéhez rögzített test periódusideje  $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ .

Hamis, mert a periódusidő a 'g' értékétől nem függ, a tömeg harmadára csökkentésével pedig  $\sqrt{3}$ -ad részére csökkenne.

**M/2.** Igaz-e, hogy két azonos hosszúságú és rugóállandójú rugót egymással párhuzamosan kötve, és a rugó végén lévő test tömegét felére csökkentve a létrejövő harmonikus rezgőmozgás periódusideje fele annyi lesz, mint amennyi az egyik rugó végére akasztott egyszeres tömegű test esetén lenne? Indokolja a választ! 3 pont

Két párhuzamosan kötött egyforma k rugóállandójú rugó eredő rugóállandója 2k.

$T_1 = 2\pi\sqrt{m/k}$ ,  $T_2 = 2\pi\sqrt{(m/2)/(2k)} = 2\pi\sqrt{(m/k)/4} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{m/k} = T_1/2$ , tehát igaz.

**M/3.** Függőlegesen fellógattunk egy 28 cm hosszú rugót, a végéhez erősítettünk egy 3 dkg tömegű testet, megvártuk, amíg beáll az egyensúlyi megnyúlásra, majd meghúztuk 2 cm-t lefelé és elengedtük. Elhanyagolható csillapodású rezgőmozgás jött létre. Megmértük, hogy 4,52 s alatt végez 10 rezgést a rugó végéhez rögzített test.  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**a)** Számolja ki a rugóállandót! 3 pont

$T = 4,52/10 = 0,452 \text{ s}$ ;  $m = 3 \text{ dkg} = 0,03 \text{ kg}$

$T = 2\pi\sqrt{m/k} \rightarrow k = m \cdot (2\pi/T)^2 = 5,797 \text{ N/m}$

**b)** Mekkora a rugó egyensúlyi megnyúlása? 1 pont

$k x_{es} = mg \rightarrow x_{es} = mg/k = 0,03 \cdot 10/5,797 = 0,05175 \text{ m} = 5,175 \text{ cm}$

**c)** Mekkora a rugóerő a rezgés egyensúlyi pontjában? 1 pont

$F_r = k x_{es} = mg = 0,3 \text{ N}$

**d)** Mekkora lenne a rezgésidő, ha két ugyanilyen rugót sorosan egymás végéhez toldanánk, és annak a végéhez rögzítenénk ugyanezt a testet, és 4 cm-t meghúzva hoznánk rezgésbe? 2 pont

Két sorosan kötött egyforma k rugóállandójú rugó eredő rugóállandója k/2,

tehát  $k' = 5,797/2 = 2,898 \text{ N/m}$ .

$T' = 2\pi\sqrt{m/k'} = \sqrt{2} T = 0,639 \text{ s}$

**e)** Mennyi lenne a periódusidő, ha ezt a rugót kicserélnénk egy ugyanilyen hosszú, elhanyagolható tömegű kötélre, a végére átakasztanánk a 3 dkg tömegű testet, azt kimozdítanánk a függőleges helyzetből 2 cm-t észak felé, majd elengednénk? 2 pont

$\ell = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m}$ ;  $T = 2\pi\sqrt{\ell/g} = 2\pi\sqrt{0,28/10} = 1,051 \text{ s}$

## OPTIKA

**O/1.** Igaz-e, hogy ha a fény egy kisebb törésmutatójú közegből lép át egy nagyobb törésmutatójú közegbe, a törési szög nagyobb a beesési szögnél? Indokolja a választ! 3 pont

Hamis, mert  $n \sin \alpha = \sin \beta \rightarrow \sin \alpha < \sin \beta \rightarrow \alpha < \beta$ , ritkább közegben nagyobb a szög.  
Ha a ritkább közegből jön a fény, akkor a törési szög a sűrűbb közegben van.

**O/2.** Igaz-e, hogy ha domború lencsét használva a tárgyat a kétszeres fókusz távolsághoz helyezzük, akkor a kép azonos méretű lesz a tárggyal? 3 pont

$1/f = 1/t + 1/k \rightarrow 1/k = 1/f - 1/t$ ; domború lencsénél  $f > 0$ .

Ha  $t = 2f$ , akkor  $1/k = 1/f - 1/(2f) = 1/(2f) \rightarrow k = 2f$ .

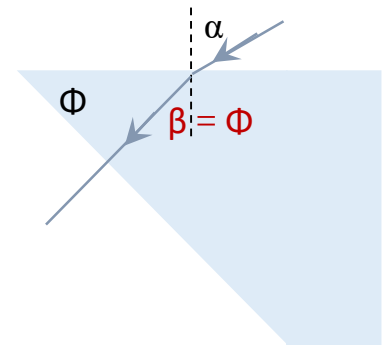
A nagyítás  $N = k/t = (2f)/(2f) = 1$ , tehát igaz.

**O/3.** Van egy  $n = 1,27$  törésmutatójú anyagból készült  $\Phi = 34^\circ$  törőszögű prizma.

**a)** Mekkora  $\alpha$  beesési szöggel lép be a fénysugár a prizmába, ha a túloldalon éppen merőlegesen lép ki? 3 pont

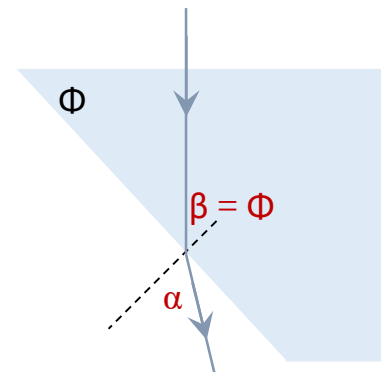
Belépéskor a törési szög  $\beta$ .  
 $\beta = \Phi$ , mert merőleges szárú szögek.

$n \sin \beta = \sin \alpha : 1,27 \cdot \sin 34^\circ = \sin \alpha \rightarrow \alpha = 45,25^\circ$



**b)** Mi történik, ha a fénysugár merőlegesen lép be a prizmába? Készítsen vázlatot is a sugármenetről! 2 pont

Ugyanaz a fénysugár útja, csak a másik irányban:  
a kilépéskor a beesési szög  $\beta = \Phi$ , és így a törési szög  $\alpha = 45,25^\circ$

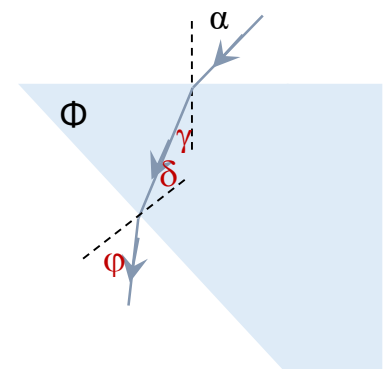


**c)** Mi történik, ha a fénysugár  $\alpha = 23^\circ$  beesési szöggel lép be a prizmába? Készítsen vázlatot is a sugármenetről! 4 pont

$\sin \alpha = n \sin \gamma \rightarrow \sin \gamma = \sin 23^\circ / 1,27 \rightarrow \gamma = 17,92^\circ$

$\delta = \Phi - \gamma = 34^\circ - 17,92^\circ = 16,08^\circ$

$\sin \varphi = n \sin \delta = 1,27 \cdot \sin 16,08^\circ \rightarrow \varphi = 20,60^\circ$



## EGYENÁRAM

**E/1.** Igaz-e, hogy párhuzamosan kötött ellenállások közül a nagyobb ellenálláson nagyobb áram folyik? Indokolja a választ! 3 pont

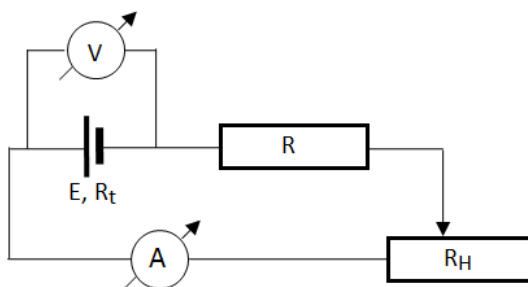
Hamis, mert a párhuzamosan kötött ellenállásokon ugyanakkora feszültség esik,  
 $U = I R \rightarrow I = U / R$  Ha nagyobb az ellenállás, kisebb az áram.

**E/2.** Igaz-e, hogy sorosan kötött ellenállások közül a nagyobb ellenálláson kisebb áram folyik? Indokolja a választ! 3 pont

Hamis, sorosan kötött ellenállásokon ugyanakkora áram folyik át, mert nincsen elágazás köztük.

**E/3.** Az ábra szerinti áramkörben a telep

elektromotoros ereje 42 V,  
belső ellenállása  $R_t = 320 \Omega$ ;  
a helipot összellenállása  $R_H = 2 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R = 680 \Omega$ ,  
a műszerek ideálisak.



A helipotot a ismeretlen állásba állítva megmérjük hatszor a körben folyó áram értékét:  
20,7 mA   20,6 mA   20,8 mA   21,4 mA   21,4 mA   21,1 mA

**a)** Adja meg a mért áram értékét 99%-os hibaintervallummal együtt! 4 pont  
A Student-paraméter táblázat a lap túloldalán található.

$$\bar{I} = 21,0 \text{ s;}$$

$$s_{\bar{I}} = \sqrt{\frac{0,3^2 + 3 \cdot 0,4^2 + 0,2^2 + 0,1^2}{6 \cdot 5}} = 0,1438 \text{ mA;}$$

a táblázatból = 4,032;

$$\Delta I = t \cdot s_{\bar{I}} = 4,032 \cdot 0,1438 = 0,5796 \text{ mA,}$$

$$\text{tehát } I = (21,00 \pm 0,58) \text{ mA.}$$

**b)** Mekkora a körben mérhető legkisebb áram? 1,5 pont

$$I_{\min} = E / (R_t + R_H + R), \quad E = 42 \text{ V}, \quad R_t = 320 \Omega, \quad R_H = 2 \text{ k}\Omega = 2000 \Omega, \quad R = 680 \Omega,$$

$$I_{\min} = 42 / (320 + 2000 + 680) = 0,014 \text{ A} = 14 \text{ mA.}$$

**c)** Mekkora a körben mérhető legnagyobb áram? 1,5 pont

$$I_{\max} = E / (R_t + R) = 42 / (320 + 680) = 0,042 \text{ A} = 42 \text{ mA.}$$

**d)** Hová volt állítva a helipot csúszkája, amikor a leolvasásokat végeztük? 2 pont

$$I = 21,0 \text{ mA} = 0,021 \text{ A}$$

$$I = E / (R_t + R_1 + R) \rightarrow R_1 = E / I - R_t - R = 42 / 0,021 - 320 - 680 = 1000 \Omega,$$

tehát a helipot pont a középső állásba volt állítva.

## HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS

**H/1.** Igaz-e, hogy ha egy 22 °C-os ellenálláshőmérőt 0 °C-os jeges vízbe teszünk, akkor az ellenállása zérushoz fog tartani? Indokolja a választ!

3 pont

Hamis.  $R(T) = R_0 (1 + \beta (T - T_0))$ ,

$R_0$  a hőmérő ellenállása  $T_0$  hőmérsékleten, jellemzően 0 °C-on. Ehhez fog tartani az ellenállás, de ez nem zérus, az ellenállás csak az abszolút 0 fok, azaz 0 K közelében tart zérushoz (szupravezető).

**H/2.** Igaz-e, hogy ha egy termoelem hidegpontja 0 °C-os jeges vízben van és a 22 °C-os melegpontját betesszük a hidegpont mellé a vízbe, akkor a termofeszültség zérushoz fog tartani? Indokolja a választ!

3 pont

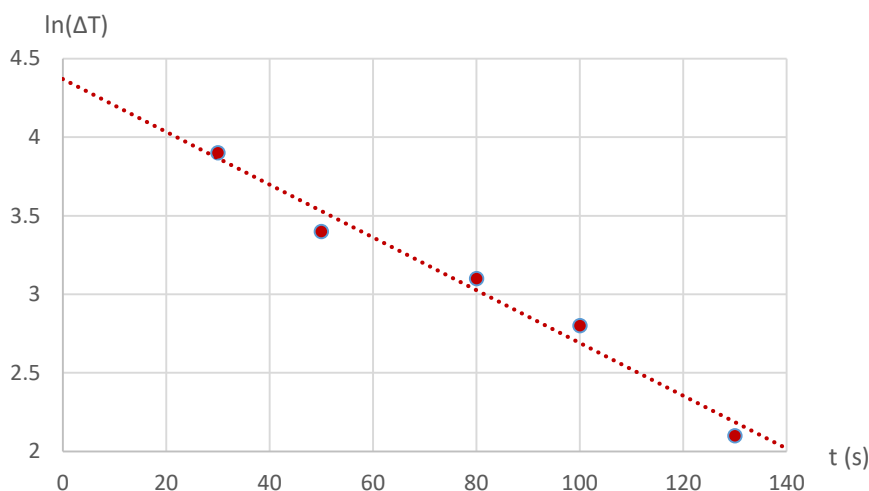
Igaz, mert a meleg- és hidegpont közötti hőmérsékletkülönbség zérushoz tart, és a termofeszültség ezzel arányos:  $\varepsilon = a (T_M - T_H)$ .

**H/3.** Egy ismeretlen hőmérsékletű hőmérőt 0 °C-os jeges vízbe tettünk, mértük a hőmérsékletét az idő függvényében, majd kiszámoltuk a hőmérő és a véghőmérséklet közötti különbség logaritmusát. Az adatok:

|       |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| t (s) | 30  | 50  | 80  | 100 | 130 |
| lnΔT  | 3,9 | 3,4 | 3,1 | 2,8 | 2,1 |

**a)** Ábrázolja az adatokat, húzza meg a mérési adatokra illeszkedő egyenest, és számolja ki az egyenes meredekségét!

5 pont



Az egyenes meredeksége:  $a = \frac{\Delta \ln(\Delta T)}{\Delta t} = -0,0168 \text{ 1/s}$  (pl.  $a = (2,0 - 4,3) / (140 - 0) = -0,0164 \text{ 1/s}$ )

**b)** Mennyi a hőmérő időállandója?

2 pont

$a = -1/\tau \rightarrow \tau = -1/a = 59,5 \text{ s}$  (a fentiből továbbszámolva:  $a = -1/(-0,0164) = 61 \text{ s}$ )

**c)** Mennyi a hőmérő kiindulási hőmérséklete?

2 pont

A diagramról leolvasva a tengelymetszet  $b = 4,37$ .

Ez a  $t=0$  -hoz tartozó  $\ln\Delta T$  érték, tehát  $\ln\Delta T_0 = 4,37 \rightarrow \Delta T_0 = 79,0 \text{ °C}$ .

$\Delta T_0 = T_0 - T_k$ . Mivel a hőmérő  $T_k = 0 \text{ °C}$ -hoz tart, ezért  $T_0 = 79,0 \text{ °C}$