

1. Mechanika

Igaz-e, hogy

- az egyenletes körmozgást végző tömegpontra ható erők eredője mindig a kör középpontja felé mutat?

- egy pontos rugós erőmérő rugójának a hossza bizonyos határokon belül arányos a rá ható erővel?

- egy rugós erőmérővel nem csak sztatikai erő-, hanem sztatikai tömegmérést is lehet végezni?

- egy körmozgás vetülete egy olyan síkra, amely merőleges a kör síkjára, mindig harmonikus rezgőmozgásnak tekinthető?

- egy harmonikus rezgőmozgás periódusideje független a rezgés amplitúdójától?

- a rugóállandót kétszeresére növelve, a rugó végén lévő tömegpont tömegét pedig felére csökkentve harmonikus rezgőmozgás esetén a periódusidő is a felére csökken?

- sákinga lengésideje egyenesen arányos az inga hosszával?

- körmozgást végző tömegpontra ható erők eredője mindig a kör középpontja felé mutat?

- harmonikus rezgőmozgásnál a rezgésidő az amplitúdó négyzetgyökével egyenesen arányos?

- ha van két egyforma hosszú és egyforma k_1 rugóállandójú rugónk és az egyiket a másik végéhez toldjuk, akkor az így kapott rugó k rugóállandója az egyes rugókénak kétszerese lesz ($k = 2 k_1$)?

IGAZ: ha egyenletes a körmozgás ($|\mathbf{v}|=v=\text{konst}$), akkor a tangenciális gyorsulás ($a_t=\dot{v}$) zérus, és a test gyorsulása a centripetális gyorsulás, ami a kör középpontja felé mutat

NEM IGAZ, nem a *hossza*, hanem a *megnyúlása* arányos

IGAZ, úgy, hogy a megnyúlást összevetjük egy ismert tömeggel mért megnyúlással

NEM IGAZ, csak akkor, ha a körmozgás egyenletes (különben a kitérést leíró $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ függvényben ω nem állandó)

IGAZ: a periódusidőt a rugóállandó és a tömeg határozza meg, az amplitúdó pedig a kezdőfeltételektől (x_0, v_0) függ

IGAZ, mivel $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, így

$$2\pi\sqrt{\frac{m/2}{2k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4}\frac{m}{k}} = \frac{1}{2}\left(2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\right) = \frac{T}{2}$$

NEM IGAZ, az inga hosszának *gyökével* arányos ($T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$)

NEM IGAZ, csak egyenletes körmozgás esetén, ahol $a_t=0$

NEM IGAZ, a rezgésidő és az amplitúdó függetlenek egymástól (a rezgésidő a tömegtől és a rugóállandótól függ, az amplitúdó pedig a kezdeti helytől és sebességtől)

NEM IGAZ, a fele lesz

Egy rugóra: $k_1 = F/\Delta l$. Adott erő mindkét rugón létrehoz $\Delta l = F/k_1$ megnyúlást, vagyis $k = F/(2\cdot\Delta l) = 1/2 F/\Delta l = 1/2 k_1$.

K1A laborzh gyakorló anyag 2011.10.19.

M1) Kísérleteinkhez egyforma m tömegű csavarok és k rugóállandójú (súlytalan) rugók állnak a rendelkezésünkre. Ha egy rugó végére 1 db csavart helyezünk, akkor a mért rezgésidő T .

a) Hányszorosa ennek a T időnek egy olyan rendszer periódusideje, amelyben N darab csavart teszünk a rugó végére?

$$\text{mivel } T = 2\pi\sqrt{m/k},$$

N db esetén \sqrt{N} -szeresére nő

b) 2 rugót párhuzamosan kötünk egyetlen csavarra (a csavart két rugóval függesztjük fel). Mekkora lesz így a rezgés periódusideje? Indokoljuk a választ!

a két párhuzamosan kötött rugót egy kétszer akkora rugóállandójú rugónak tekinthetjük, így a periódusidő $\sqrt{2}$ -ed részére csökken

c) N darab rugót összekötünk úgy, hogy az egyik rugó végét a másik rugó elejébe akasztjuk, azaz egy "rugó lánc" jön így létre. E lánc végére egyetlen csavart teszünk. Mennyivel hosszabb vagy rövidebb ennek a rendszernek a periódusideje, mint az egy rugót és egy csavart tartalmazó rendszeré?

az N db egymás után kötött rugót egy olyan rugónak tekinthetjük, melynek rugóállandója N -ed része egy rugóénak, így a periódusidő \sqrt{N} -szeresére nő

M2) Egy 81,5 cm hosszú matematikai inga lengésidőjét 1,800 másodpercnek mértük 1 ms hibával 95 %-os konfidenciaszint mellett.

a) Mekkora nehézségi gyorsulás számítható ebből?

$$T = 2\pi\sqrt{\ell/g} \Rightarrow \bar{g} = 9,93 \text{ m/s}^2$$

b) Mekkora hibát okoz a nehézségi gyorsulásban az, hogy a lengésidőt csak 1 ms pontossággal ismerjük? Vajon megmagyarázza ez a mérés hibáját? (Tudjuk ugyanis, hogy amennyiben a mérés Magyarországon történt, akkor az eredménynek $9,81 \text{ m/s}^2$ körüli értéknek kellene lennie.) Ha nagyobb az eltérés, mint ami az időmérés hibájából várható, akkor vajon mi okozta azt?

az időmérés pontatlanságából eredő hiba

$$\Delta g = \bar{g} \sqrt{\left(\frac{\Delta \ell}{\ell}\right)^2 + \left(2 \frac{\Delta T}{T}\right)^2} = \bar{g} \cdot \left|2 \frac{\Delta T}{T}\right| = 0,011 \text{ m/s}^2$$

ez egy nagyságrenddel kisebb a mért és a valódi érték eltérésénél ($9,93 - 9,81 = 0,12 \text{ m/s}^2$); a nagy hibát a hossz mérés pontatlansága okozhatta

M3) Egy rugós erőmérőre csavarokat helyezve azt tapasztaljuk, hogy az első két csavar hatására még nem következik be megnyúlás, és csak 4 csavaros terhelés után tekinthető lineárisnak a terhelő tömeg – megnyúlás diagram. Innentől az erőmérő rugóállandója 5 N/m . 4 csavaros terhelésnél a rugó végének pozíciója $4,4 \text{ cm}$. Most ráfüggesztünk a mérlegünkre egy Túró Rudit és azt tapasztaljuk, hogy a rugó végének pozíciója $10,3 \text{ cm}$ -re változott.

a) Mennyi a Túró Rudi tömege?

$$\begin{aligned} m_{\text{TúróRudi}} \cdot g &= k \cdot \Delta \ell \\ \Rightarrow m_{\text{TúróRudi}} &= k \cdot \Delta \ell / g = \\ &= 5 \cdot (10,3 - 4,4) \cdot 10^{-2} / 9,81 = 0,03 \text{ kg} = 3 \text{ dkg} \end{aligned}$$

b) A 4 csavar és a rugó végén levő tartószerkezet tömege együttesen 60 g . Mennyi a rezgésidője ennek a rendszernek, és mennyire nő meg ez a Túró Rudi hatására?

$$m \ddot{x} = -kx \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m} = 2\pi/T$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{m/k}$$

$$m_{4 \text{ csavar} + \text{tartó}} = 0,06 \text{ kg} \Rightarrow T_1 = 0,688 \text{ s}$$

$$m_{\dots + \text{TúróRudi}} = 0,09 \text{ kg} \Rightarrow T_2 = 0,843 \text{ s}$$

M4) Mechanika mérésen matematikai inga lengésidőjéből számolják ki a hallgatók a nehézségi gyorsulás értékét. Az inga hossza $L = 36$ cm, a mért lengésidők
 1,24 s 1,24 s 1,25 s 1,22 s 1,24 s 1,25 s

- a) Adjuk meg a lengésidőt és hibáját 90 %-os konfidenciaszinten!
 b) Adjuk meg az így számított nehézségi gyorsulás értékét és hibáját 90 %-os konfidenciaszinten, ha a hosszmérés hibája 4 mm!

M5) Egy $\ell_0 = 22$ cm hosszú, $k = 4,2$ N/m rugóállandójú rugóra m tömegű testet akasztunk, meghúzzuk lefelé $\Delta\ell = 12$ cm-t, elengedjük, és megmérjük 10 rezgés idejét: $t_{10} = 8$ s.

- a) Mekkora a rugó végére akasztott test tömege?
 b) Mennyi lenne 10 rezgés ideje, ha kétszer akkora tömeget akasztanánk a rugó végére?
 (A rugót kezdetben ugyanannyival húzzuk ki.)

M6) Neil Armstrong a Hold felszínén egy $\ell = 26,0$ cm hosszú matematikai inga lengésidőjét 2,50 s-nak mérte.

- a) Mekkora nehézségi gyorsulás számítható ebből?
 b) Mekkora hibával határozható meg így a holdi nehézségi gyorsulás értéke, ha a lengésidő mérésének pontossága 0,01 s, az inga fonálának hosszát pedig 0,5 cm pontossággal ismerjük?

2. Optika

Igaz-e, hogy

- | | |
|---|--|
| - domború tükörnél mindig virtuális kép keletkezik? | IGAZ (rajz) |
| - homorú tükörnél mindig virtuális kép keletkezik? | NEM IGAZ (rajz) |
| - domború lencsénél mindig virtuális kép keletkezik? | NEM IGAZ (rajz) |
| - homorú lencsénél mindig virtuális kép keletkezik? | IGAZ (rajz) |
| - a beeső ill. a visszavert fénysugárnak a beesési merőlegessel bezárt szögére érvényes a Snellius-Descartes törvény? | NEM IGAZ, a Snellius-Descartes törvény fénytörésre érvényes |
| - ha a fény egy nagyobb törésmutatójú közegből lép át egy kisebb törésmutatójú közegbe, a beesési szöget növelve elérhetjük, hogy a fény ne jusson át a kisebb törésmutatójú közegbe? | IGAZ, $\sin \beta = n \cdot \sin \alpha$ (α a beesési szög, β a törési szög)
ha $\sin \alpha > \sin 90^\circ/n = 1/n$, akkor a fény már nem lép ki |
| - homorú tükör optikai tengelyével párhuzamos sugarak önmagukban verődnek vissza? | NEM IGAZ, az optikai tengellyel párhuzamos sugarak a fókuszponton mennek át |

K1A laborzh gyakorló anyag 2011.10.19.

- a fény terjedési sebessége üvegben nagyobb, mint vákuumban?
- a $0,5 \mu\text{m}$ hullámhosszú elektromágneses sugárzás a látható fény tartományába esik?
- interferencia esetén az eredő amplitúdó akkor maximális, ha a fáziskülönbség 0 vagy 2π egész számú többszöröse?
- a fény mindig egyenes vonalban terjed?
- az elsőrendű elhajlási képek távolsága arányos a hullámhosszal?
- ha a fény egy nagyobb törésmutatójú közegből lép át egy kisebb törésmutatójú közegbe, a törési szög nagyobb a beesési szögnél?
- ha az elektromágneses hullám más közegbe lép be, a hullámhossza változatlan marad?
- interferencia esetén az eredő amplitúdó akkor minimális, ha a fáziskülönbség 0 vagy 2π egész számú többszöröse?
- a törésmutató függ a fény frekvenciájától?

NEM IGAZ, üvegben $v = c / n$, $n > 1 \rightarrow v < c$

IGAZ, a látható fény intervalluma $390\text{-}780 \text{ nm}$, és $0,5 \mu\text{m} = 500 \text{ nm}$ (zöldnek látjuk)

IGAZ, azonos fázisban érkező hullámok amplitúdója összeadódik

NEM IGAZ, csak akkor, ha a közeg törésmutatója nem függ a helytől

IGAZ, ld. az O4) feladat ábráját:

$$D \cdot \sin \alpha = m \lambda, \quad m=1, \quad \sin \alpha \approx (x/2) / L \\ \Rightarrow x = 2L/D \cdot \lambda$$

IGAZ, $\sin \beta = n \cdot \sin \alpha$
(α a beesési szög, β a törési szög, $n > 1$)

NEM IGAZ, a frekvenciája marad változatlan; a hullámhossza pedig a terjedési sebességnek megfelelően változik

NEM IGAZ, így azonos fázisban vannak és maximális az amplitúdó (akkor minimális, ha $\Delta \varphi = (2k+1) \cdot \pi/2$)

IGAZ, így látjuk pl. a prizmánál is az egyes frekvenciájú komponenseket (azaz a különböző színeket) elválva egymástól

O1)

Mennyivel tolódik el a lézersugár, amíg átjut egy gyémántdarabkán, ha annak két, egymástól 3 mm -re lévő párhuzamos lapja között hatol át?

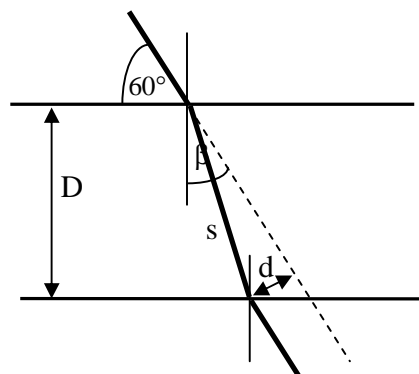
A belépő lézersugár a lappal 60° -os szöget zár be.

A gyémánt levegőre vonatkoztatott törésmutatója $2,413$.

A beesési szög $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$.

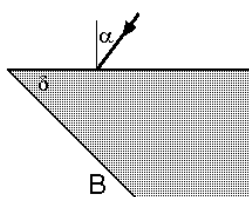
A törési törvény beeséskor

$$\sin 30^\circ / \sin \beta = 2,413 \Rightarrow \beta = 11,96^\circ.$$



A fényugár útja az üvegben $s = D / \cos \beta \approx 3,07 \text{ mm}$;
a lézersugár eltolódása $d = \sin(30^\circ - \beta) \cdot s \approx \mathbf{0,95 \text{ mm}}$

O2) Mekkora a δ szög, ha 36° -nál kisebb α beesési szög esetén már nem lép ki fénysugár a B élen?



A törésmutató $n = 1,33$

O3) Üvegbe levegőből érkező 710 nm hullámhosszú fénysugár beesési szöge 60° , a törési szög 30° . Mekkora a fény

- sebessége
- hullámhossza
- frekvenciája az üvegben?

O4) Reflexiós rácsot merőlegesen beeső koherens fénynyalábbal világítunk meg, a hullámhossz 633 nm (He-Ne lézer). Az elsőrendű elhajlási képek távolsága 50 cm , a rács és az ernyő távolsága 75 cm . Számítsuk ki a rácsállandót!

β az α -hoz tartozó törési szög:

$$\sin \alpha / \sin \beta = n \Rightarrow \beta \approx 26,23^\circ$$

γ a teljes visszaverődés határszöge a B élen:

$$\sin 90^\circ / \sin \gamma = 1,33 \Rightarrow \gamma \approx 48,75^\circ$$

δ a két szög összege (rajz!): $\delta \approx 75^\circ$

A törésmutató $n = \sin 60^\circ / \sin 30^\circ = 1,732$.

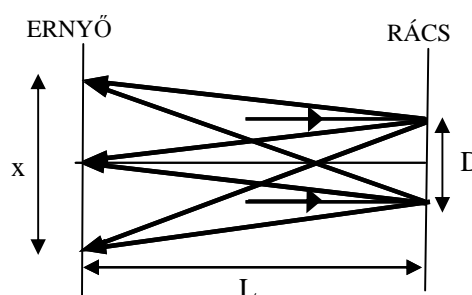
A fény sebessége vízben $v = c / n = 1,732 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

A hullámhossz levegőben $\lambda_{\text{lev}} = 710 \text{ nm} = c / \nu$

$$\Rightarrow \text{a frekvenciája } \nu = 4,2 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

(mind levegőben, mind vízben).

A hullámhossz vízben $\lambda_{\text{víz}} = \lambda_{\text{lev}} / n = 410 \text{ nm}$.



$$\text{tg } \alpha = (x/2) / L = (50/2)/75 \Rightarrow \alpha \approx 18,4^\circ$$

$$n\lambda = D \cdot \sin \alpha \quad (n=1) \Rightarrow D = 2 \mu\text{m}$$

O5) A gyémánt levegőre vonatkoztatott törésmutatója piros fényre $2,42$, kék fényre $2,45$. Mekkora törési szöggel lép ki a gyémántból a piros ill. a kék fény, ha a beesési szög $24,2^\circ$?

piros fényre:

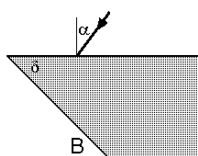
$$\sin \beta_1 = n_1 \cdot \sin 24,2^\circ = 2,42 \cdot \sin 24,2^\circ = 0,992$$

$$\Rightarrow \beta_1 = 82,75^\circ$$

kék fényre:

$$\sin \beta_2 = n_2 \cdot \sin 24,2^\circ = 2,45 \cdot \sin 24,2^\circ = 1,004$$

vagyis **a kék fény nem lép ki a gyémántból**



O6) Ötször megmértük azt az α beesési szöget, amely esetén már nem lép ki fénysugár a B élen. A következő értékeket kaptuk:

$33,8^\circ \quad 34,3^\circ \quad 33,8^\circ \quad 33,9^\circ \quad 34,2^\circ$

a) Adjuk meg az α beesési szög értékét a 95 %-os konfidenciaszinthez tartozó hibaintervallummal együtt!

$$\bar{\alpha} = 34,0^\circ, \quad s_{\bar{\alpha}} = \sqrt{\frac{0,22}{4 \cdot 5}} \approx 0,105, \quad t = 2,776,$$

$$\Delta \alpha \approx 0,29 \quad \alpha = 34,0^\circ \pm 0,3^\circ$$

b) Számoljuk ki az átlagos α értékből a δ szöget, ha a törésmutató $n = 1,58$!

β az α -hoz tartozó törési szög:

$$\sin \alpha / \sin \beta = n \Rightarrow \beta \approx 20,73^\circ$$

γ a teljes visszaverődés határszöge a B élen:

$$\sin 90^\circ / \sin \gamma = 1,58 \Rightarrow \gamma \approx 39,27^\circ$$

δ a két szög összege, $\delta \approx 60^\circ$

3. Egyenáram

Igaz-e, hogy

- a laposelem feszültsége független attól, hogy milyen áramkörbe van bekötve?
- az ampermérőt sorosan kell bekötni?
- két ellenállás soros eredője mindig nagyobb, mint közülük a nagyobb ellenállás értéke?
- két ellenállás párhuzamos eredője mindig kisebb, mint közülük a kisebb ellenállás értéke?
- egy potenciométer két oldala ellenállásának összege a csúszka helyzetétől független állandó érték?
- egy telep sarkain mérhető feszültség nem lehet nagyobb a telep elektromotoros erejénél?
- négy darab 10 ohmos ellenállást össze lehet úgy kapcsolni, hogy az eredő 10 ohmos legyen?
- két ellenállás párhuzamos eredője a kisebb és a nagyobb ellenállás érték közé esik?
- soros áramkörszabályozásnál a kör ellenállásának növelésével növeljük a körben folyó áramot?
- három párhuzamosan kapcsolt ellenállás eredője kisebb a legnagyobbnál, de nagyobb a legkisebbnél?
- voltmérőt párhuzamosan kell bekötni arra két pontra, ami között mérni akarjuk a feszültséget?
- egy telep kapcsolófeszültsége (azaz a sarkain mérhető feszültség) csökken, ha a kör ellenállását úgy változtatjuk, hogy a telepen átfolyó áram nőjön?

NEM IGAZ, a belső ellenálláson eső feszültség függ attól, hogy mekkora áram folyik át rajta ($I = E / (R_b + R_k)$, R_b a telep belső ellenállása, R_k a kör eredő ellenállása), így a kapcsolófeszültsége is változik: $U_k = E - I \cdot R_b$

IGAZ, a sorosan kötött áramköri elemeken folyik át ugyanaz az áram

IGAZ, $R_s = R_1 + R_2 \Rightarrow R_s$ nagyobb mindkettőnél

IGAZ, $1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2 \Rightarrow R_e$ kisebb mindkettőnél

IGAZ, a csúszka csak kettéosztja a két fix kivezetés közötti ellenállást (a két ellenállás összege a potenciométer összellenállása)

IGAZ, mivel a kapcsolófeszültség $U_k = E - I \cdot R_b$ (Viszont ha van másik telep is az áramkörben, megfordulhat az áram iránya, úgy lehet $U_k > E$.)

IGAZ, pl. 2-2 sorosan kötött ellenállást párhuzamosan kötve

NEM IGAZ, a párhuzamos eredő mindig kisebb a kisebb ellenállásnál is ($1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2$)

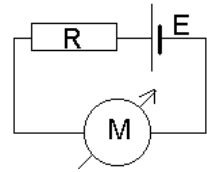
NEM IGAZ, a kör ellenállásának növelésével az áram értéke csökken ($I = E / \Sigma R_i$)

NEM IGAZ, a párhuzamos eredő mindig kisebb a legkisebbnél is

IGAZ, így kapja ő is azt a feszültséget, amit mérni kívánunk (a párhuzamosan kötött elemeken a feszültség megegyezik)

IGAZ, mert a belső ellenállásán eső feszültség egyre nagyobb, és az vonódik le az elektromotoros erejéből ($U_k = E - I \cdot R_b$)

E1) A telep elektromotoros ereje $E = 10 \text{ V}$, belső ellenállása 2Ω ; $R = 88 \Omega$;
M egy univerzális V-A- Ω mérő digitális műszer.



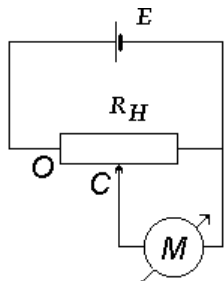
a) Mit mutat a műszer voltmérőként bekötve?
(Ilyenkor a belső ellenállása végtelennek tekinthető.)

Ha M ideális voltmérő, akkor nem folyik áram a körben, és a műszer a telep elektromotoros erejét mutatja, azaz **10 V**-ot.

b) Mekkora áramerősséget mutat a műszer, ha ampermérőként kötjük be, és 200 mA-es méréshatáru árammérő állásba kapcsoljuk, ahol a belső ellenállása 10Ω ?

Ekkor a körben folyó áram
 $I = E / (R_b + R + R_A) =$
 $= 10 / (2+88+10) = \mathbf{0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA}}$

E2)



A telep elektromotoros ereje $E = 10 \text{ V}$, belső ellenállása elhanyagolható.

A potenciométer összellenállása 1000Ω .

A csúszó a potenciométer felénél áll.

Mit mutat az univerzális műszer voltmérőként, illetve ampermérőként kapcsolva, ha mindkét esetben ideális műszernek tekinthető?

Voltmérőként:

ideális voltmérőn nem folyik áram, vagyis most áram csak a potenciométeren folyik:

$$10 \text{ V} / 1000 \Omega = 0,01 \text{ A.}$$

A műszer a potenciométer felén eső feszültséget mutatja: $U = 500 \cdot 0,01 = \mathbf{5 \text{ V}}$.

Ampermérőként:

ideális ampermérő ellenállása zérus, vagyis most rövidre zárja a vele párhuzamosan kötött potenciométer-részt, azon nem folyik áram.

Így a körben folyó áram:

$$10 \text{ V} / 500 \Omega = \mathbf{0,02 \text{ A}}$$

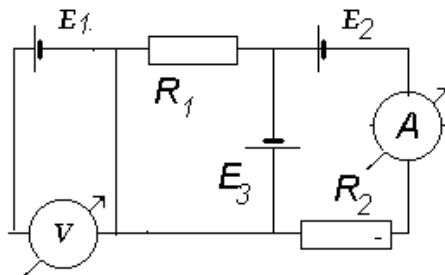
E3) A telepek és az ampermérő belső ellenállása elhanyagolható, a voltmérő belső ellenállása pedig végtelennek tekinthető.

$E_1 = E_2 = 1,5 \text{ V}$,

$E_3 = 4,5 \text{ V}$.

$R_1 = R_2 = 1000 \Omega$.

Mekkora feszültség- illetve áramértéket mutatnak a műszerek?



A voltmérő az E_1 telep elektromotoros erejét mutatja, vagyis $1,5 \text{ V}$ -ot (mert a közvetlenül rá van kötve a telep sarkaira).

Az ampermérőn átfolyó áram

$$I = (E_2 + E_3) / R_2 = 6 \text{ mA.}$$

4. Hőmérsékletmérés

Igaz-e, hogy

– ha egy hőmérőt 20 °C-os szobahőmérsékletről 100 °C-os vízbe rakunk, akkor hamarabb éri el a 40 °C-ot, mint akkor, ha ugyanazt a hőmérőt 80 °C-os vízbe raknánk?

IGAZ, mert a hőmérsékletváltozás sebessége arányos a (kezdeti) hőmérsékletkülönbséggel, ami az első esetben nagyobb (80 °C, a második esetben meg csak 60 °C)

– ha egy hőmérőt 20 °C-os szobahőmérsékletről 100 °C-os vízbe rakunk, akkor hamarabb éri el a 60 °C-ot, mint ahogy elérné az 50 °C-ot, ha 80 °C-os vízbe raknánk?

NEM IGAZ, mindkét esetben a felére csökken a kezdeti hőmérsékletkülönbség és ehhez ugyanannyi idő kell

– termoelem feszültsége soha nem lehet negatív?

NEM IGAZ, lehet negatív, ha a „hidegpont” melegebb, mint a „melegpont”

– lehülési görbe felvételekor ellenálláshőmérővel negatív ellenállásokat mérünk?

NEM IGAZ, sőt: hülyeség! negatív ellenállás nem létezik!

– az időállandó az az idő, amikor az adott hőmérő leolvasási pontosságával elérjük a mérendő hőmérsékletet?

NEM IGAZ, az időállandó az az idő, ami alatt a hőmérsékletkülönbség a hőmérő és a közeg között az e-edrészére csökken

– ha egy termoelem hidegpontja 0 °C-os jeges vízben van és a 23 °C-os (szobahőmérsékletű) melegpontját betesszük a hidegpont mellé a vízbe, a termofeszültség zérushoz fog tartani?

IGAZ: a meleg- és hidegpont közötti hőmérsékletkülönbség zérushoz tart, és zérus hőmérsékletkülönbséghez zérus termofeszültség tartozik

– az időállandó az az idő, ami alatt a hőmérő hőmérséklete az e-ed részére csökken?

NEM IGAZ, nem a *hőmérséklete* csökken e-ed részére, hanem a hőmérő és a közeg közötti *hőmérsékletkülönbség*

– a felezési idő kétszer akkora, mint a negyedelési idő?

NEM, a felezési idő alatt a hőmérsékletkülönbség a felére, a negyedelési idő alatt a negyedére csökken, ami szükségszerűen hosszabb idő (kétszerese a felezési időnek)

– egy ellenálláshőmérő ellenállása felmelegedési görbe felvételekor nő, lehülési görbe felvételekor csökken?

IGAZ, az ellenállás a hőmérséklettel egyenesen arányosan nő ill. csökken

– egy hőmérő gyorsabban melegszik, ha forró (100 °C-os) vízbe tesszük, mint ha annak (szintén 100 °C-os) gőzébe?

IGAZ, mert nagyobb a hőátadási együttható, ezért kisebb az időállandó

A Newton-féle hűtadási törvény:

$$T_k - T(t) = (T_k - T_0) \cdot e^{-t/\tau}$$

ahol T_k a közeg hőmérséklete
 T_0 a hőmérő kiindulási hőmérséklete
 $T(t)$ a hőmérő hőmérséklete a t időben

H1) Mennyi idő alatt éri el a 22,2 °C-os higanyos lázmérő a beteg 39,2 °C-os hőmérsékletét 0,1 °C pontossággal, ha időállandója $\tau = 90$ s?

$$T_0 = 22,2^\circ\text{C}, T_k = 39,2^\circ\text{C}, T_k - T(t) = 0,1^\circ\text{C},$$

azaz $0,1 = (39,2 - 22,2) \cdot e^{-t/90}$
 $\Rightarrow t = 462 \text{ s} = 7,7 \text{ perc}$

H2) Jeges (0 °C-os) vízből forrásban lévő (100 °C-os) vízbe tesszük a hőmérőket. Fél perc múlva 50 °C-ot mutat. Mennyit mutat újabb fél perc múlva?

a kezdeti 100 °C különbség fél perc alatt 50 °C-ra csökken, feleződik, vagyis a felezési idő fél perc; újabb fél perc alatt a 100 °C és az 50 °C közötti különbség feleződik meg, vagyis 75 °C-ot

H3) Ellenálláshőmérő ellenállása
 20 °C-on 108,0 Ω ,
 25 °C-on 110,0 Ω .
 Mennyi az ellenállása 45 °C-on?

$$R(T) = R(T_0) (1 + \alpha (T - T_0)), \text{ legyen } T_0 = 0^\circ\text{C}:$$

$$108,0 = R_0 (1 + \alpha \cdot 20) \text{ és } 110,0 = R_0 (1 + \alpha \cdot 25)$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,004^\circ\text{C}^{-1}, R_0 = 100,0 \Omega$$

$$R(45) = 100,0 (1 + 0,004 \cdot 45) = 118,0 \Omega$$

H4) Termoelem hidegpontja jeges (0 °C-os) vízben van, meleg pontja a 23 °C-os szobában. A mért termofeszültség ekkor 0,92 mV. Átesszük a melegpontot egy 160 °C-os termosztátba. Lehetséges-e, hogy 3 perc múlva 9,20 mV-ot mérünk?

a termofeszültség arányos a meleg- és a hidegpont hőmérsékletének különbségével:
 $\varepsilon = a (T_M - T_H)$
 $0,92 = a (23 - 0) \Rightarrow a = 0,04 \text{ mV}/^\circ\text{C}$
 160 °C-on $\varepsilon = 0,04(160 - 0) = 6,4 \text{ mV}$, tehát a termofeszültség legfeljebb ennyi lehet!

H5) Egy lábasban 20 °C-os tejet 220 °C-os főzőlapra téve akarunk felforralni. A tejet folyamatosan keverjük, hogy ki ne fusson. A tej 1 perc múlva 43,5 °C-os. Mennyi idő alatt forr fel?

$$T_0 = 20^\circ\text{C}, T_k = 220^\circ\text{C},$$

$$t = 1 \text{ perc-nél } T(t) = 43,5^\circ\text{C}, \text{ azaz}$$

$$220 - 43,5 = (220 - 20) \cdot e^{-1/\tau}$$

$$\Rightarrow \tau = 8 \text{ perc az időállandó}$$

$$T(t^*) = 100^\circ\text{C}: 220 - 100 = (220 - 20) \cdot e^{-t^*/8}$$

$$\Rightarrow t^* = 4,1 \text{ perc alatt forr fel}$$

H6) A termoelem hidegpontját jeges vízbe, melegpontját termosztátba rakva megmértük ötször egymás után a termofeszültséget, és a következő értékeket kaptuk:
 3,22 mV 3,18 mV 3,16 mV 3,23 mV 3,21 mV
 Adjuk meg a termofeszültség értékét és hibáját 99 %-os konfidenciaszinten!

$$\bar{\varepsilon} = 3,20 \text{ mV}$$

$$s_{\bar{\varepsilon}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02^2 + 2 \cdot 0,03^2 + 0,01^2}{5 \cdot 4}} = 0,0116$$

$$t = 4,604 \quad \Delta\varepsilon = 0,054 \text{ mV}$$

H7) a) Egy hat fős mérőcsoport higanyos hőmérővel mér lehűlési görbéket. Forrásban lévő (100 °C-os) vízből jeges (0 °C-os) vízbe teszik a hőmérőket és fél perc múlva leolvassák. Lenke hőmérője fél perc múlva 50,0 °C-ot mutat. Mennyit fog mutatni újabb fél perc múlva?

Fél perc alatt a kiindulási hőmérséklet-különbség a hőmérő és a jeges víz között a felére csökkent, újabb fél perc alatt az aktuális hőmérséklet-különbség fog megfeleződni, tehát 25 °C-os lesz a hőmérő.
 Vagy: a Newton-törvényt felírva:
 $(50 - 0) = (100 - 0) \cdot e^{-30/\tau} \Rightarrow \tau = 43,3 \text{ s}$

K1A laborzh gyakorló anyag 2011.10.19.

$$(T-0) = (50-0) \cdot e^{-30/43,3} \Rightarrow T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

b) A mérés végén a csoport tagjai összehasonlítják a fél percnél mért hőmérséklet-értékeket. A többi érték ez volt:
 50,3 °C 49,6 °C 49,2 °C 50,1 °C 50,2 °C
 Számoljuk ki a csoport hőmérséklet-adatainak átlagát és a 95 %-os konfidenciaszintre vonatkozó hibaintervallumot!

Lenke mérését is beleszámolva $\bar{T} = 49,9 \text{ }^\circ\text{C}$,

$$s_{\bar{T}} = \sqrt{\frac{0,88}{5 \cdot 6}} \approx 0,17, \quad t = 2,571,$$

$$\Delta T = 0,44 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T = (49,90 \pm 0,44) \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{vagy}$$

$$T = (49,9 \pm 0,4) \text{ }^\circ\text{C}$$

H8) a) Hány fokos „láza” van Katának, ha egy 2 perc időállandójú lázmérővel méri a hőmérsékletét, ami a mérés kezdetekor 23,4 °C-os volt, és 3 perc után 36,2 °C-ot mutat?

$$T_0 = 23,4 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t = 3 \text{ perc},$$

$$T(t) = 36,2 \text{ }^\circ\text{C}, \quad \tau = 2 \text{ perc}$$

$$T_K - 36,2 = (T_K - 23,4) \cdot e^{-3/2}$$

$$\Rightarrow T_K = 39,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

b) Hány fokot mutat újabb 3 perc múlva?

$$39,9 - T(6) = (39,9 - 23,4) \cdot e^{-6/2}$$

$$\Rightarrow T(6) = 39,05 \text{ }^\circ\text{C}$$

H9) Egy higanyos lázmérő skálája 0,1 °C pontossággal olvasható le. Jancsi azt figyelte meg, hogy ha a lázmérő kiindulási hőmérséklete a 24,0 °C-os szobahőmérséklet, és ő egészséges, azaz 36,2 °C hőmérsékletű, akkor 9,6 perc után a hőmérő már a 0,1 °C leolvasási pontossággal megközelíti az ő hőmérsékletét.

a) Mennyi a hőmérő időállandója?

$$\Delta T = \Delta T_0 \cdot e^{-t/\tau} :$$

$$0,1 = (36,2 - 24) \cdot e^{-9,6/\tau} \Rightarrow \tau \approx 2 \text{ perc}$$

b) Mennyi idő alatt érné el Jancsi hőmérsékletét ugyanez a hőmérő ugyancsak 24,0 °C-os szobahőmérsékletéről indulva, ha Jancsinak 40,0 °C-os láza lenne?

$$0,1 = (40 - 24) \cdot e^{-t/2} \Rightarrow t = 10,15 \text{ perc}$$

H10) Forrásban lévő (100 °C-os) vízből jeges (0 °C-os) vízbe tesszük a hőmérőnket. 25 s múlva 80 °C-ot mutat.

a) Mennyi a hőmérő időállandója?

$$T_0 = 100 \text{ }^\circ\text{C}, \quad T_k = 0 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t = 25 \text{ s},$$

$$T(t) = 80 \text{ }^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad \tau \approx 112 \text{ s}$$

b) Mikor mutat a hőmérő 40 °C-ot?

$$T(t_2) = 40 \text{ }^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad t_2 = 102,6 \text{ s}$$