Fizika K1A labor zh 2011. nov. 9. megoldások

Igaz-e, hogy…

K1. … ha egy síkinga végére rögzített test tömegét négyszeresére növeljük, akkor a lengésidő kétszeresére nő?

NEM IGAZ, az inga lengésideje nem függ a test tömegétől, csak az inga hosszától: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

[a mozgásegyenlet: $ml\ddot{\varphi} = -mgsin\varphi \approx -mg\varphi,$ a tömeggel egyszerűsíthetünk
→ $\ddot{\varphi} = -\frac{g}{l}sin\varphi \approx -\frac{g}{l}\varphi$, azaz φ nem függ m-től]

K2. … ha két egyforma rugót egymáshoz toldunk és a végére 20 dkg tömeget akasztunk, akkor a két rugó együttes megnyúlása kétszer akkora lesz, mint amennyi egy rugó megnyúlása 10 dkg tömeget ráakasztva?

NEM IGAZ, mert egy-egy rugó kétszeres tömeg hatására kétszer akkorát nyúlik meg, a két rugó egymás után kötve összesen négyszer annyit
[egy rugó: $mg = k\cdot\Delta\ell$ → $\Delta\ell = \frac{mg}{k}$;
a két sorosan kötött rugó rugóállandója fele lesz egyének, tehát $\Delta\ell' = \frac{(2m)g}{(k/2)} = 4\,\frac{mg}{k} = 4\,\Delta\ell$]

K3. … a törési szög mindig kisebb a beesési szögnél?

NEM IGAZ, ez attól függ, kisebb vagy nagyobb törésmutatójú közegbe lép át a fény.
[α beesési szög: amelyik közegből jön a fény; β törési szög: amelyik közegbe átlép a fény;
a Snellius-Descartes törvény szerint $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$,
így $\beta < \alpha$ feltétele az, hogy $n_2 < n_1$, azaz ha a fény optikailag sűrűbb közegbe lép át]

K4. … ha a fény optikailag ritkább közegből sűrűbb közegbe lép, akkor a sűrűbb közegben a hullámhossza nagyobb lesz, a frekvenciája viszont nem változik?

NEM IGAZ, a fény frekvenciája tényleg a közegtől függetlenül állandó, de a hullámhossz (és a sebesség) sűrűbb közegben kisebb

K5. … 4 db 100 Ω-os ellenállás eredője lehet kisebb 40 Ω-nál?

IGAZ, pl. ha mind a négy ellenállást párhuzamosan kötjük, akkor az eredőjük 100/4 = 25 Ω lesz

K6. … annál jobb egy feszültségmérő műszer, minél kisebb az ellenállása?

NEM IGAZ, a feszültségmérőt párhuzamosan kötjük az áramkör két pontjára, és ahhoz, hogy ne változtassunk ezzel az áramkör eredeti feszültségviszonyain, az kell, hogy ne folyhasson át rajta áram, azaz minél nagyobb legyen az ellenállása – ideális voltmérőé végtelen nagy lenne.
(A jó műszer általában azt jelenti, hogy a méréssel nem változtatjuk meg a mérendő mennyiség értékét.)

K7. … egy termoelem feszültsége felmelegedési görbe felvételekor nő, lehűlési görbe felvételekor csökken?

IGAZ, a termofeszültség nagysága egyenesen arányos a hideg- és a melegpont közötti hőmérsékletkülönbséggel, ami felmelegedéskor nő, lehűléskor csökken (a hidegpont hőmérséklete állandó, a melegpont hőmérséklete változik)

K8. … az időállandó az az idő, ami alatt a hőmérő hőmérséklete lehűlésnél az e-ed részére csökken, felmelegedéskor pedig az e-szeresére nő?

NEM IGAZ, a hőmérő aktuális hőmérséklete és a közeg hőmérséklete (azaz a hőmérő véghőmérséklete) közötti különbségre igaz, hogy egy időállandónyi idő alatt az e-ed részére csökken

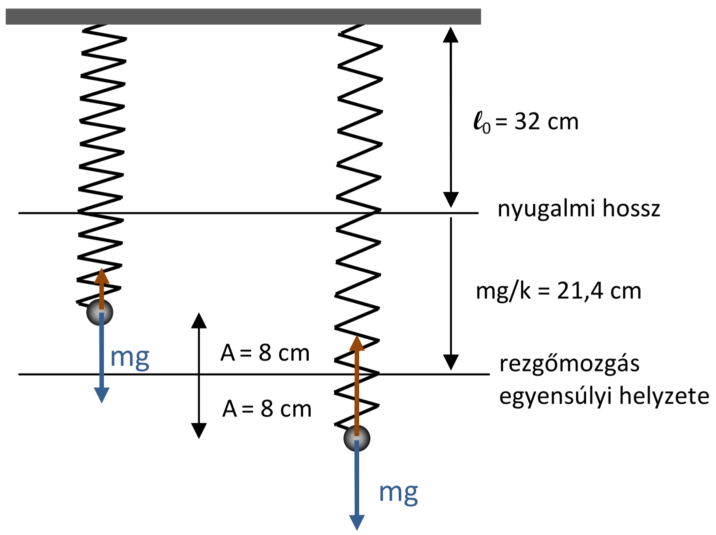
1. Egy ℓ_0 = 32 cm hosszú, k = 5,6 N/m rugóállandójú rugóra m tömegű testet akasztunk, meghúzzuk lefelé $\Delta\ell$ = 8 cm-t, elengedjük, és megmérjük 10 rezgés idejét: t_{10} = 9,2 s.
a. Mekkora a rugó végére akasztott test tömege?
b. Mennyi lenne 10 rezgés ideje, ha kétszer akkora tömeget akasztanánk a rugó végére?
A rugót kezdetben ugyanannyival húzzuk ki.
c. Rajzoljuk meg a testre ható erőket a rezgőmozgás alsó és felső pontjában! (9 pont)

MO.

a. A rezgésidőből $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{t_{10}}{10}$ $\rightarrow$ $m = k\,\frac{T^2}{4\pi^2}$ ≈ **0,120 kg** 4 pont

b. Mivel a rezgésidő a tömeg négyzetgyökével arányos, kétszeres tömeg esetén a rezgésidő $\sqrt{2}$-szeresére nő, így 10 rezgés ideje $\sqrt{2}$ ·9,2 ≈ **13 s**. 2 pont

c. A testre hat a nehézségi erő (mg = 0,12·10 = 1,2 N) lefelé és
a rugóerő (F_r = k·Dℓ) a rugó nyugalmi hosszának megfelelő pont felé.
Mivel a rugóra ráakasztottuk a testet, az megnyúlt mg/k = (1,2/5,6) m ≈ 21,4 cm -t.
Ehhez képest húztuk ki 8 cm-t, tehát
az alsó helyzetben a rugó megnyúlása 21,4+8 = 29,8 cm,
a rugóerő F_{ra} = 5,6·(1,2/5,6+0,08) = 1,648 N felfelé, az eredő 1,648–1,2 = 0,448 N felfelé;
a felső helyzetben a rugó megnyúlása 21,4–8 = 13,8 cm,
a rugóerő F_{ra} = 5,6·(1,2/5,6–0,08) = 0,752 N felfelé, az eredő 1,2–0,752 = 0,448 N lefelé.
(Nem kellett az erők nagyságát kiszámolni!) 3 pont

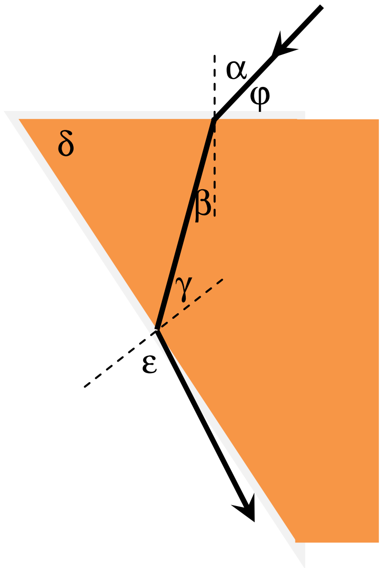


2.a. Adjuk meg, hogy egy n = 1,46 törésmutatójú anyagból készült 75°-os törőszögű prizmánál mekkora szöget zárhat be a fénysugár a prizma lapjával, hogy legyen kilépő fénysugár a szomszédos élen! Készítsünk arányos vázlatot is a sugármenetről, bejelölve a megfelelő szögeket.
b. Rajzoljuk meg a sugármenetet arra az esetre is, amikor a fénysugár merőlegesen érkezik a prizma lapjára!
c. Mennyi a fény sebessége a prizmában? (9 pont)

MO.

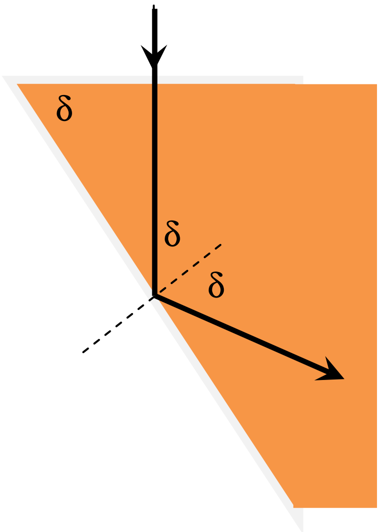
a.

A törési törvény az első felületre:
$\sin\alpha = n \cdot \sin\beta$
a törési törvény a második felületre:
$n \cdot \sin\gamma = \sin\varepsilon$
és látható, hogy $\beta + \gamma = \delta = 75°$.



Akkor lép ki fény a prizmából, ha $\varepsilon < 90°$
→ $\gamma <$ arc sin (1/1,46) = 43,23°
→ $\beta > \delta - \gamma = 31,77°$
→ $\alpha >$ arc sin (1,46·sin 31,77°) = 50,24°
→ $\varphi < 90° - \alpha = 39,76°$.
A prizma lapjával **legfeljebb 39,76°**-ot zárhat be a fénysugár. 5 pont

b.



A fénysugár az első felületen irányváltoztatás nélkül jut át,
a második felületet 75°-os beesési szöggel éri el,
ami nagyobb, mint a határszög,
tehát ott visszaverődik.
2 pont

c.
$v = c / n = 3 \cdot 10^8 / 1{,}46 \approx 2{,}05 \cdot 10^8$ m/s
2 pont

3. Sorosan kötöttünk egy 9,6 V elektromotoros erejű és ismeretlen belső ellenállású telepet, egy 120 Ω-os ellenállást, egy 1 kΩ-os helipotot változtatható ellenállásként bekötve és egy ideális ampermérőt. A helipot csúszkáját középre állítottuk és megmértük az áramkörben folyó áram nagyságát. Hatszor végeztük el a mérést, a következő adatokat kaptuk:
15,1 mA 14,8 mA 14,6 mA 15,1 mA 15,2 mA 15,2 mA
a. Adjuk meg az áramkörben folyó áram értékét a 99 %-os konfidenciaszinthez tartozó hibaintervallummal együtt!
b. Mennyi a telep belső ellenállása?
c. Mennyi az ampermérő belső ellenállása?
d. Mennyi a telep kapocsfeszültsége? (9 pont)

MO.

a. $\bar{\mathrm{I}} = 15{,}0\ \mathrm{mA}$, $s_{\bar{\mathrm{I}}} = \sqrt{\frac{0{,}1^2+0{,}2^2+0{,}4^2+0{,}1^2+0{,}2^2+0{,}2^2}{6\cdot 5}} = \sqrt{\frac{0{,}3}{30}} = 0{,}1\ \mathrm{mA}$,

a Student-táblázatból t = 4,032 , $\Delta\mathrm{I} = \mathrm{t}\cdot s_{\bar{\mathrm{I}}}$ = 0,4032 mA ,

tehát I = **(15,0 ± 0,4) mA** 3 pont

b. I = E / ΣR = 9,6 / (R_t + 120 + ½ ·10^3) = 15·10^{-3} → R_t = **20 Ω** 3 pont

c. az ampermérő ideális, tehát a belső ellenállása **zérus** 1 pont

d. U_k = E – IR_t = 9,6 – 15·10^{-3}·20 = **9,3 V** 2 pont

Vagy kiszámolhatjuk a kapocsfeszültséget úgy is, hogy ekkora feszültséget kap az áramkör telepen kívüli része, azaz ekkora feszültség esik a 120 Ω-os ellenálláson és a helipot áramkörbe bekötött részén összesen: U_k = 15·10^{-3}· (120+500) = **9,3 V**.

4. A 24 °C-os hőmérőnket ismeretlen hőmérsékletű termosztátba tettük. Az ábrán látható a felmelegedési folyamathoz tartozó ln (ΔT) – t diagram.

a. Számoljuk ki a hőmérő időállandóját!

b. Hány fokos a termosztát?

c. Mennyi a hőmérő felezési ideje? (9 pont)

MO. A termosztát és a hőmérő közötti hőmérsékletkülönbség ΔT = T_{term} – T(t) exponenciálisan csökken: ΔT = $\Delta T_0 \cdot e^{-t/\tau}$,

amiből ln ΔT = ln ΔT_0 – t/τ , tehát ln ΔT az idővel lineárisan változik,

az egyenes meredeksége – 1/τ , azaz az időállandó reciproka (ill. annak –1-szerese),

az egyenes tengelymetszete ln ΔT_0 , amiből a kezdeti hőmérsékletkülönbség meghatározható, és a hőmérő kezdeti hőmérsékletének ismeretében kiszámolható a termosztát hőmérséklete

a. olvassuk le az egyenes meredekségét két távoli pontból; pl. 25 s-nál ln ΔT = 4,4 és 157 s -nál ln ΔT = 2,9 : $\frac{4{,}4-2{,}9}{25-157} = -\frac{1{,}5}{132} = -\frac{1}{\tau}$ → τ = 132/1,5 = **88 s** . 4 pont

b. t = 0 -nál ln ΔT_0 ≈ 4,7 → ΔT_0 ≈ 110 °C → T_{term} = ΔT_0 + T(0) = 110+24 = **134 °C**. 3 pont

c. a felezési idő elteltével megfeleződik a hőmérsékletkülönbség:

½ · ΔT_0 = $\Delta T_0 \cdot e^{-t(1/2)/\tau}$ → $t_{1/2}$ = τ · ln2 = **61 s** . 2 pont

Vagy: a felezési időt le lehet olvasni a diagramról is, pl. t = 0-nál ln ΔT = 4,7 , azaz ΔT = 110 °C, ehhez meg kell keresni azt, ahol ΔT = 110/2 = 55 °C, azaz ln ΔT ≈ 4,0 : ez ≈61 s-nál van.