Fizika K1A laborzh 2021. nov. 24. megoldások

MECHANIKA

M/1. Igaz-e, hogy ha párhuzamosan kötött rugókat meghúzunk, akkor nagyobb erő ébred abban a rugóban, amelyiknek nagyobb a rugóállandója? Indokolja a választ! 3 pont

Igaz, mert a párhuzamosan kötött rugók megnyúlása megegyezik, és a rugóerő nagysága

$F_r = k \cdot \Delta\ell \quad \rightarrow \quad$ azonos $\Delta\ell$ esetén $F_r \sim k$,

tehát nagyobb k rugóállandó esetén nagyobb a rugóban fellépő erő.

$\Delta\ell = F_{r1}/k_1 = F_{r2}/k_2$, ha $k_1 > k_2$, akkor $F_{r1} > F_{r2}$.

M/2. Igaz-e, hogy ha növelni szeretnénk egy másodpercinga (olyan síkinga, aminek a lengésideje 1 másodperc) fonalának hosszát, akkor a fonál hosszának növelésével egyre nagyobb tömeget kell a végére rögzíteni? Indokolja a választ! 3 pont

Nem igaz, mert a lengésidő

$T = 2\pi\sqrt{l/g}$

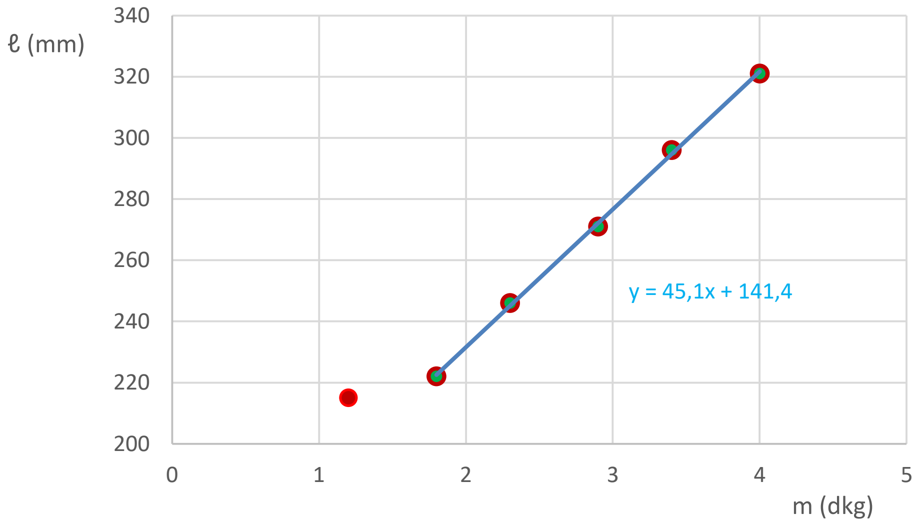
független a tömegtől.

Másrészt a fonál hosszának növelésével csak akkor maradhatna változatlan a periódusidő, ha a nehézségi gyorsulás értéke változna, tehát a Földön maradva ezt nem is lehetne megvalósítani.

M/3. Egy függőlegesen fellógatott rugó végére a táblázatban megadott tömegeket rögzítettük, és leolvastuk a rugó végének pozícióját:

m (dkg)	1,2	1,8	2,3	2,9	3,4	4,0
ℓ (mm)	215	222	246	271	296	321

a) Ábrázolja a mérési adatokat diagramon, húzza meg a mérési adatokra illeszkedő egyenest, és számolja ki az egyenes meredekségét! 5 pont



Az első pont nem illeszkedik az egyenesre.

A meredekség elég jól kiszámolható pl. a második és az utolsó pontból:

$a = \Delta\ell / \Delta m =$ (321 – 222) mm / (4,0 – 1,8) dkg = 99 mm / 2,2 dkg = 45 mm/dkg,

ami SI alapmennyiségekben

$a = \Delta\ell / \Delta m =$ 0,099 m / 0,022 kg = 4,5 m/kg.

b) Számoljuk ki a rugó rugóállandóját! $g = 10\ m/s^2$ 2 pont

$k = \Delta m \cdot g / \Delta \ell = (\Delta m/\Delta \ell) \cdot g = g / a = 10\ m/s^2 / 4{,}5\ m/kg = 10/4{,}5\ kg/s^2 \approx 2{,}22\ N/m.$

c) A rugó végére 25 g tömeget rakunk, majd az egyensúlyi helyzethez képest 10 cm-t kihúzva elengedjük, és megmérjük 6 rezgés idejét: 4,0 s-ot mérünk. Mennyi a rugóállandó értéke ebből a mérésből számolva? 2 pont

$m = 25\ g = 0{,}025\ kg$
$T = 4{,}0/6 = 0{,}6667\ s$
$T = 2\pi\sqrt{m/k} \quad \rightarrow \quad k = (2\pi/T)^2\ m = (2\pi/0{,}6667)^2 \cdot 0{,}025 = 2{,}22\ N/m.$

EGYENÁRAM

E/1. Igaz-e, hogy 3 db 120000 mΩ-os ellenállást párhuzamosan kötve az eredő ellenállásuk 0,04 kΩ? 3 pont

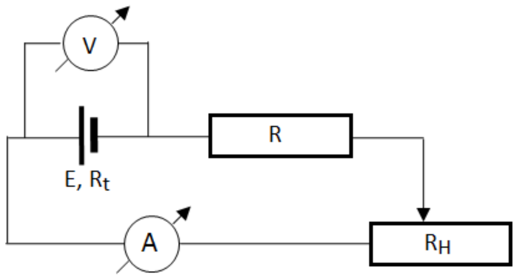
$R = 120000\ m\Omega = 120\ \Omega;$

$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{120} = \frac{1}{40} \quad \rightarrow \quad R_p = 40\ \Omega = 0{,}04\ k\Omega;$ az állítás igaz.

E/2. Igaz-e, hogy ha egy ideális voltmérőt párhuzamosan kötünk egy 100 Ω-os ellenállással, akkor az ellenálláson és a voltmérőn egyenlő nagyságú áram fog folyni? Indokolja a választ! 3 pont

Egy ideális voltmérő ellenállása végtelen, nem folyik rajta áram, nem igaz az állítás.

E/3. Az ábra szerinti áramkörben a telep elektromotoros ereje 36 V, a belső ellenállása $R_t = 120\ \Omega$; az állandó ellenállás értéke $R = 180\ \Omega$, a helipot összellenállása $R_H = 1\ k\Omega$, a műszerek ideálisak.



A helipotot a középső állásba állítva megmérjük ötször a körben folyó áram értékét:
44,7 mA 44,8 mA 45,2 mA 45,3 mA 45,0 mA

a) Adja meg a mért áram értékét 90%-os hibaintervallummal együtt! 4 pont

$\bar{I} = 45{,}0\ mA;$

$s_{\bar{I}} = \sqrt{\frac{(44{,}7-45{,}0)^2+(44{,}8-45{,}0)^2+(45{,}2-45{,}0)^2+(45{,}3-45{,}0)^2+(45{,}0-45{,}0)^2}{5\cdot 4}} = 0{,}1140\ mA;$

a táblázatból = 2,132

$\Delta I = t \cdot s_{\bar{I}} = 2{,}132 \cdot 0{,}1140 = 0{,}2431\ mA,$

tehát $I = (45{,}00 \pm 0{,}24)\ mA.$

A Student-féle t paraméter értékei P konfidenciaszintnél és N mérésszámnál

N \ P	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
4	1,638	2,353	3,182	4,176	5,841	7,453
5	1,533	2,132	2,776	3,495	4,604	5,598
6	1,476	2,015	2,571	3,163	4,032	4,773
7	1,440	1,943	2,447	2,969	3,707	4,317
8	1,415	1,895	2,365	2,841	3,499	4,029

b) Mekkora feszültséget mér a voltmérő a helipot ilyen állásánál? 2 pont

A voltmérő a telep kapocsfeszültségét méri, amit kiszámolhatunk kétféleképpen is:
1./ A kapocsfeszültség az a feszültség, amit a telepre kötött ellenállások összesen felvesznek, tehát az R = 180 Ω-os ellenálláson és a helipoton eső feszültségek összege. A helipot középre van állítva, az ellenállása $R_1 = R_H/2 = 1\ k\Omega / 2 = 0,5\ k\Omega = 500\ \Omega$.
$U_k = U_R + U_H = I\,(R + R_1) = 0,045\ A \cdot (180+500)\ \Omega = 30,6\ V$.
2./ A telep által leadott feszültség kiszámolható az elektromotoros erejéből és belső ellenállásából.
A telep belső ellenállása $R_t = 120\ \Omega$,
tehát $U_k = E - I\,R_t = 36\ V - 0,045\ A \cdot 120\ \Omega = 30,6\ V$.

c) Mekkora a körben mérhető legnagyobb áram? 2 pont

Akkor folyik a legnagyobb áram a körben, ha a helipot nullára van állítva, ekkor a kör eredő ellenállása
$R_e = R + R_t = 180 + 120 = 300\ \Omega$,
$\rightarrow\ I_{max} = E / (R + R_t) = 36 / 300 = 0,12\ A = 120\ mA$.

d) Mekkora feszültség esik az ampermérőn? 1 pont

Ideális az ampermérő, tehát az ellenállása zérus, ezért nem esik rajta feszültség:
$R_A = 0 \quad \rightarrow \quad U_A = I\,R_A = 0$.

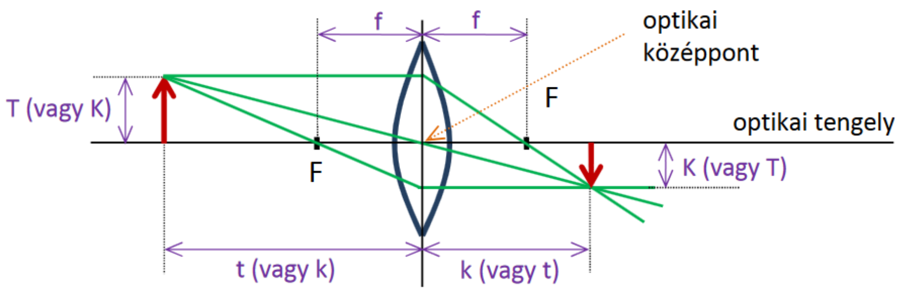
OPTIKA

O/1. Igaz-e, hogy a törési szög mindig nagyobb a beesési szögnél? Válaszát indokolja! 3 pont

Nem igaz. Attól függ, hogy sűrűbb közegből ritkább közegbe, vagy ritkább közegből sűrűbb közegbe megy a fénysugár. A Snellius-Descartes törvény szerint töréskor a beesési merőlegessel bezárt szög szinuszának és a közeg törésmutatójának szorzata állandó, vagyis kisebb törésmutatójú, optikailag ritkább közegben nagyobb a szög. Akkor lesz nagyobb a törési szög a beesési szögnél, ha a fénysugár sűrűbb közegből ritkább közegbe lép át.

O/2. Igaz-e, hogy a nagyítónak használt domború lencsével mindig nagyított kép keletkezik? Indokolja a válaszát, lehetőleg egy vázlattal! 3 pont

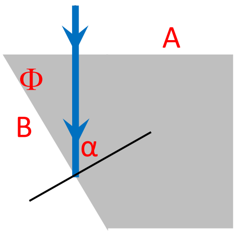
Nem igaz, ld. például a mérésleiratban levő ábrát:



2. ábra: Példa domború lencse képalkotására

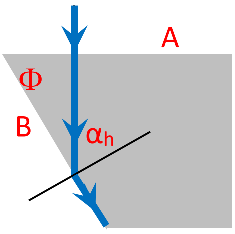
Ha a tárgy a kétszeres fókusztávolságon kívül van, akkor a kép kicsinyített lesz.
(Általános megközelítéssel is beláthatjuk, hogy mivel a fénysugár útja megfordítható, akkor ha kaphatunk nagyított képet, akkor a tárgy és a kép helyének megcserélésével kicsinyített képet kapunk.)

O/3. Ha az ábra szerint a prizma A lapjára merőlegesen érkezik a fény, akkor a B lapra éppen a teljes visszaverődés határszögével érkezik.



Mivel a fénysugár az A lapra merőlegesen érkezik és így törés nélkül halad tovább, ezért a B lapra érkezve a fénysugár α beesési szöge éppen Φ-vel egyenlő (mivel merőleges szárú szögek); ez minden alkérdésnél igaz lesz.

a) Számolja ki a prizma anyagának törésmutatóját, ha a prizma törőszöge $\Phi = 39°$!
Készítsen vázlatot is a sugármenetről! 4 pont

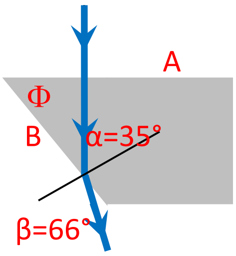


Ebben az esetben a feladat szövege szerint a B élen a beesési szög éppen az α_h határszög: $\alpha_h = 39°$. A törési szög most 90°, mivel nem lép ki a fénysugár a prizmából.
A Snellius-Descartes törvény:

$n \cdot \sin\alpha_h = 1 \cdot \sin 90° = 1$

$n = 1 / \sin\alpha_h = 1/\sin 39° = 1{,}589.$

b) Mi történne, ha ugyanilyen anyagú prizmából $\Phi = 35°$ törőszögű prizmára érkezne ugyanígy (az A lapra merőlegesen) a fény? Készítsen vázlatot is a sugármenetről, és írja be a megjelölt szögek értékét! 3 pont

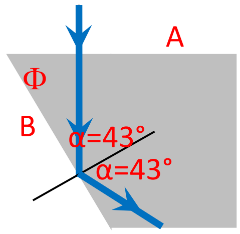


$\alpha = 35°$, tehát a B lapon a beesési szög most kisebb az α_h határszögnél
$\rightarrow$ kilép a fénysugár β törési szöggel:

$n \cdot \sin\alpha = 1 \cdot \sin\beta \quad \rightarrow \quad \sin\beta = 1{,}589 \cdot \sin 35° = 0{,}9114$

$\rightarrow \quad \beta = 65{,}70°.$

c) Mi történne, ha ugyanilyen anyagú prizmából $\Phi = 43°$ törőszögű prizmára érkezne ugyanígy (az A lapra merőlegesen) a fény? Készítsen vázlatot is a sugármenetről, és írja be a megjelölt szögek értékét! 2 pont



$\alpha = 43°$, tehát a B lapon a beesési szög most nagyobb az α_h határszögnél
$\rightarrow$ visszaverődik a fénysugár a prizma belsejébe,
a visszaverődés szöge megegyezik a beesési szöggel.

HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS

H/1. Igaz-e, hogy ha egy hőmérőt jeges vízből meleg vízbe teszünk és annyi időt várunk, amennyi a hőmérő időállandója, akkor ennyi idő alatt a hőmérő Celsius fokban kifejezett hőmérséklete éppen az e-szeresére nő? Indokolja a válaszát! 3 pont

Nem igaz. Ennyi idő alatt a hőmérő és a meleg víz közötti hőmérsékletkülönbség csökken az e-edrészére. (Exponenciálisan nem a hőmérő hőmérséklete nő, hanem a különbség csökken.)

H/2. Egy 20 °C-os ellenálláshőmérőt meleg vízbe teszünk. Az ellenállása 2 perc után 110 Ω, 3 perc után 114 Ω. Igaz-e, hogy 4 perc után 118 Ω lesz az ellenállása? 3 pont

Nem igaz. A hőmérsékletváltozási sebesség nem lineáris, hanem az elején gyorsabb, azután egyre lassabb. Az ellenállás a hőmérsékletnek lineáris függvénye, tehát 4 perc után az ellenállás kisebb lesz 118 Ω-nál.

H/3. Katinak 39,2 °C-os láza van. Meg akarja mérni a lázát egy higanyos hőmérővel. Kezdetben a hőmérő szobahőmérsékletű: 23,2 °C-os. A hőmérő időállandója 100 s.

a) Mennyit mutat a hőmérő a mérés kezdete után 50 s-mal? 2 pont

$T_0 = 23{,}2$ °C; $T_K = 39{,}2$ °C; a kezdeti hőmérsékletkülönbség $\Delta T_0 = T_K - T_0 = 39{,}2 - 23{,}2 = 16{,}0$ °C;
az időállandó $\tau = 100$ s, tehát
$\Delta T = \Delta T_0 \cdot e^{-t/\tau}$: $39{,}2 - T(t) = 16{,}0 \cdot e^{-t/100}$.
$t_1 = 50$ s: $39{,}2 - T(50) = 16{,}0 \cdot e^{-50/100}$ $\rightarrow$ $T(50) = 29{,}5$ °C.

b) Mennyit mutat a hőmérő a mérés kezdete után 100 s-mal? 2 pont

$t_1 = 100$ s: $39{,}2 - T(100) = 16{,}0 \cdot e^{-100/100}$ $\rightarrow$ $T(100) = 33{,}3$ °C.
Ezt egyébként az időállandó definíciójából is kiszámolhatjuk, mivel a kérdéses idő éppen annyi, mint az időállandó, tehát a kezdeti $\Delta T_0 = 16{,}0$ °C hőmérsékletkülönbség éppen az e-edrészére csökken, vagyis $\Delta T = 16{,}0/e = 5{,}9$ °C lesz, a hőmérő hőmérséklete pedig $T(100) = T_K - \Delta T = 33{,}3$ °C.

c) Mikor mutatja a hőmérő pontosan Kati hőmérsékletét? 1 pont

Soha, csak exponenciálisan tart hozzá.

d) Ha a lázmérő skálája 0,1 °C pontossággal olvasható le, mikor éri el a hőmérő Kati hőmérsékletét a leolvasási pontossággal? 2 pont

$\Delta T = 0{,}1\ °C$: $0{,}1 = 16{,}0 \cdot e^{-t/100}$ $\rightarrow$ $t = 507{,}5$ s.

e) Kati bevesz egy lázcsillapítót és egy óra múlva újra megméri a hőmérsékletét. Akkor 100 s után 32,0 °C-ot mutat a hőmérő. (A hőmérő most is 23,2 °C-ról indult.) Mennyi most Kati hőmérséklete? 2 pont

T_K ismeretlen, $T_0 = 23{,}2\ °C$; $\tau = 100$ s.
$t = 100$ s-nál $T(100) = 32{,}0$ °C:
$T_K - 32{,}0 = (T_K - 23{,}2) \cdot e^{-100/100} = (T_K - 23{,}2)/e = 0{,}3679 T_K - 8{,}535$
$T_K\ (1 - 0{,}3679) = 32{,}0 - 8{,}535$ $\rightarrow$ $T_K = 37{,}1\ °C$ (már csak hőemelkedése van)