1. A vízfelszínre merőlegesen érkezik levegőből egy 550·10^{-9} m hullámhosszúságú, monokromatikus zöld fénysugár. A fénysugár a közeghatáron áthaladva belép a vízbe.
a) Mekkora a fény frekvenciája levegőben és vízben?

b) Mekkora a fény hullámhossza vízben?

c) Mekkora a fény fotonjainak energiája a levegőben és a vízben? A fény terjedési sebessége levegőben $c_{levegő}$ = 300 000 km/ s , vízben 000 $c_{víz}$ = 200 km/ s . A Planck-állandó értéke: h= 6,63 ·10^{-34} J·s.

(2006. feb.)

Megoldás:

1. feladat

a) *A hullámhossz, a frekvencia és a sebesség kapcsolatának felírása:*

2 pont

$c = \lambda \cdot f$

A levegőbeli frekvencia meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$f_{levegő} = \frac{c_{levegő}}{\lambda_{levegő}} \rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{550 \cdot 10^{-9}\,\text{m}} = 5{,}45 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{\text{s}}$$

(Rendezés, behelyettesítés 1 pont, helyes eredmény 1 pont.)

A frekvencia állandóságának felismerése: $f_{víz} = f_{levegő}$

2 pont

(Amennyiben a vizsgázó a két frekvenciát egymástól függetlenül számította ki, s azonos eredményt kapott, a 2 pont megadható. Amennyiben nem ismerte fel a frekvencia állandóságát, s a frekvenciák egyikét elszámolva nem kapott azonos frekvencia értékeket, nem adható pont!)

b) *A vízbeli hullámhossz meghatározása:*

$$\lambda_{víz} = \frac{c_{víz}}{f_{víz}} = \frac{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5{,}45 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}} = 367 \cdot 10^{-9}\,\text{m}$$

4 pont
(bontható)

(Az egyenlet rendezése 1 pont, megfelelő behelyettesítés 1 pont, helyes eredmény 2 pont.)

c) *A fény frekvenciája és a foton energiája közötti Planck-összefüggés megadása:*
$\varepsilon = h \cdot f$

2 pont

Annak felismerése, hogy a fotonok energiája vízben és levegőben azonos lesz:

1 pont

(Ha a vizsgázó egymástól függetlenül számolja ki a két foton energiáját, s azonos értéket kap, az 1 pont megadható.)

A fotonok pontos energiájának kiszámítása:

3 pont
(bontható)

$$\varepsilon = h \cdot f = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\text{Js} \cdot 5{,}45 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{\text{s}} = 3{,}613 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$$

(Megfelelő adatok behelyettesítése 1 pont, helyes eredmény 2 pont.)

Összesen **16 pont**

2. A Nap ultraibolya sugárzása A Nap sugárzási teljesítményének Földet érő hányada mintegy 174 ·10^{15} W. A sugárzás intenzitásának leírására a napállandó fogalmát használjuk. A napállandó a Föld légkörének határát elérő, arra merőleges, egy négyzetméterre eső sugárzás teljesítményét adja meg, értéke 1361 W/m^2 . A napsugárzás intenzitása a légkörön való áthaladáskor csökken, mivel a légkör alkotórészei részben elnyelik, részben visszaverik és megtörik a sugárzást. A légkör határáig párhuzamosnak tekinthető sugárnyalábok egy része a légkörben szórt sugárzássá alakul. A Nap által kibocsátott energia mintegy 10%-a az ultraibolya tartományba esik. Ennek egy része a Föld felszínét is eléri. A Föld felszínére érkező UV-sugárzás jelentős hányada az úgynevezett UV-A tartományba esik (400–315 nm). Az UV-B sugárzás (315–280 nm) zömét és az UV-C tartományba (280–100 nm) eső sugárzást pedig teljesen elnyeli az ózonréteg. (http://www.eletestudomany.hu/vilagito_asvanyok alapján.)

a) Hol helyezkedik el az UV sugárzási tartomány a látható tartományhoz képest a Nap spektrumában a hullámhosszak és a frekvenciák alapján?

b) Mekkorák az UV-A tartomány frekvenciahatárai a szövegben szereplő adatok alapján?

c) Adja meg egy olyan foton energiáját, amelyet az ózonréteg biztosan elnyel!

A fény sebessége $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; a Planck-állandó $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\text{Js}$.

(2017. május)

Megoldás:

Az UV- tartomány spektrumbeli elhelyezkedésének leírása a látható fényhez képest:

4 pont
(bontható)

Az UV-sugárzás frekvenciája a látható fényénél nagyobb (2 pont), a hullámhossza kisebb (2 pont).

Az UV-A frekvenciatartomány meghatározása:

6 pont
(bontható)

$f = \frac{c}{\lambda}$ (képlet felírása 2 pont),

$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} = 7{,}5 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{\text{s}}$; $\quad f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{315 \cdot 10^{-9}} = 9{,}52 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{\text{s}}$,

(számítás és behelyettesítés kétszer: 2+2 pont)

Egy, a légkör által elnyelt foton energiájának megadása:

5 pont
(bontható)

Az ilyen foton az UV-C tartományba esik. Helyes hullámhossz kiválasztása (2 pont).
Egy lehetséges megoldás ($\lambda = 150$ nm):

$$\varepsilon = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\frac{3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{-9}} = 1{,}326 \cdot 10^{-18}\,\text{J}$$

(képlet + behelyettesítés + számítás 1+1+1 pont).

Összesen 15 pont.

3. Egy λ = 680 nm hullámhosszúságú fényhullám levegőből n = 1,52 törésmutatójú üveghasábra esik.

a) Mekkora lesz a frekvenciája és a hullámhossza az üvegben?

b) Mekkora lesz a határszög, amely mellett még éppen ki tud lépni az üvegből?

$(c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

(2017. május id.)

Megoldás:

Adatok: λ = 680 nm, n = 1,52, $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

a) *A fény frekvenciájának meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Mivel a fény frekvenciája a levegőben (f) és az üvegben (f') egyforma (1 pont), meghatározható a levegőben mért hullámhosszból:

$f = f' = \frac{c}{\lambda} = 4{,}4 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{\text{s}}$ (képlet + számítás, 2 + 1 pont).

(A frekvenciák egyenlőségét nem kell explicite kimondani, amennyiben a vizsgázó ennek megfelelően számol, teljes pont jár.)

A fény üvegben mérhető hullámhosszának meghatározása:

5 pont
(bontható)

$\lambda' = \frac{\lambda}{n} = \frac{680\ \text{nm}}{1{,}52} = 447\ \text{nm}$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 3 + 1 + 1 pont).

b) *A teljes belső visszaverődés határszögének meghatározása:*

6 pont
(bontható)

$\sin \alpha_{határ} = \frac{1}{n} \rightarrow \alpha = 41°$

(képlet + számítás, 4 + 2 pont)

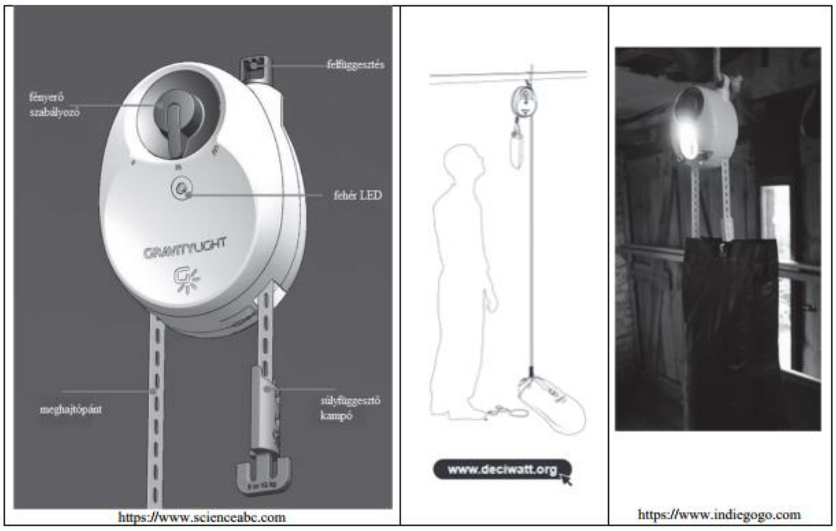
A törési törvény általános felírása ($\sin\beta = 1$, illetve $n_{levegő} = 1$ figyelembe vétele nélkül) önmagában 2 pontot ér.

Összesen 15 pont

4. Olvassa el figyelmesen az alábbi szöveget, és a benne található információk segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!

Gravitációból fényt

A világon körülbelül másfél milliárd család él elektromos áram nélkül. Számukra új, olcsó megoldást talált az esti világításra egy angol mérnök, aki a gravitációt állította a világítás szolgálatába. A lámpa energiaforrása egy láncon függő, 10 kg tömegű, kövekkel vagy homokkal töltött zsák, amelyet 1,8 méter magasba kell felhúzni. Ahogy a zsák lassan leereszkedik egy nagy fogaskereket forgatva, trükkös áttétrendszer segítségével meghajt egy kis egyenáramú generátort, amely percenként több ezres fordulatszámmal forog. A generátor egy szabályozható fényerejű LED-et hoz működésbe. A leadott fényteljesítmény 0,1 W, 0,075 W, vagy 0,05 W. A középső fokozatban a lámpa 30 percig világít. Ez idő alatt a zsák egyenletesen mozogva a földre ereszkedik, a lámpa „lejár”, de a szerkezetet újra működésbe lehet hozni, ha a zsákot ismét felemeljük.



a) Jellemezze energetikailag a lámpa működését! Milyen hasznos energiaátalakulások zajlanak le a lámpa működése közben?

b) A középső fokozatra vonatkozó adatokat felhasználva állapítsa meg, hogy mekkora a lámpa hatásfoka!

c) Ha feltételezzük, hogy a lámpa hatásfoka a különböző fényerősségek esetén azonos, milyen hosszú a működési idő az egyes fokozatokban?

$(g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2})$

(2017. május id.)

Megoldás:

Adatok: h = 1,8 m, m = 10 kg, g = 9,81 m/s^2, P_1 = 0,1 W, P_2 = 0,075 W, P_3 = 0,05W, T_2 = 30 perc.

a) *A lámpában végbemenő energiaátalakulások leírása:*

6 pont
(bontható)

A lámpában a <u>zsák helyzeti energiája</u> (1 pont) először a <u>fogaskerék-rendszer mozgási energiájává</u> (1 pont) alakul át. Ezt a <u>generátor</u> (1 pont) alakítja át <u>elektromos energiává</u> (1 pont). Az elektromos energiát a <u>LED</u> (1 pont) alakítja <u>fényenergiává</u> (1 pont).

(A fogaskerék-rendszernél a forgási energia, illetve a mozgási energia kifejezés egyaránt elfogadható.)

b) *A lámpa hatásfokának meghatározása:*

5 pont
(bontható)

A zsák helyzeti energiája:

$E_k = m \cdot g \cdot h = 176{,}6\ \text{J}$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont)

A LED által felhasznált elektromos energia:

$E_{LED} = P_2 \cdot T_2 = 135\ \text{J}$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont),

amiből a hatásfok:

$\eta = \dfrac{E_{LED}}{E_k} = 0{,}76$, azaz 76% (1 pont).

c) *A keresett működési idők meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Mivel a lámpa ugyanannyi energiát használ fel a különböző fokozatokban,

$P_1 \cdot T_1 = P_2 \cdot T_2 = P_3 \cdot T_3$ (2 pont), ebből következik, hogy

T_1 = 22,5 perc (1 pont), illetve T_3 = 45 perc (1 pont).

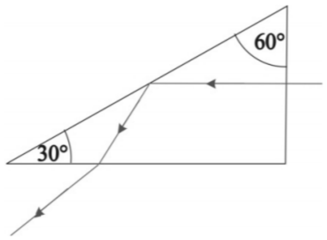
Az energiamérleg felírása nem feltétlenül szükséges. Amennyiben a vizsgázó a teljesítményadatok arányaival helyesen számol, a teljes pontszám jár.

Összesen 15 pont

5. Hasáb alakú, 60º-os törőszögű prizmának keresztmetszetét mutatja az ábra. A prizma függőleges síklapján, a vízszintes síklappal párhuzamosan belép egy fénysugár, majd teljes visszaverődést szenved a ferde síklapon.

a) Legalább mekkora legyen a prizma anyagának levegőre vonatkoztatott törésmutatója ebben az esetben? A fénysugár ezután a vízszintes (alsó) síklapon áthaladva kilép a prizmából.

b) Legfeljebb mekkora lehet a prizma anyagának levegőre vonatkoztatott törésmutatója ebben az esetben?



(2018. május)

Megoldás: (15 pont)

Adatok: φ = 30°.

a) *A fény beesési szögének meghatározása az első síkon:*

2 pont

A prizma ferde síkjára esve a fény beesési szöge α = 60°.

Annak felismerése, hogy a probléma megoldása során ezt kell határszögnek tekinteni:

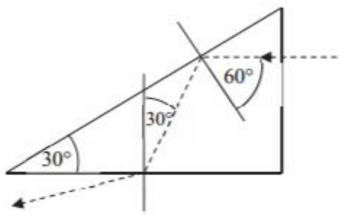
2 pont

A törésmutató legkisebb értékének meghatározása:

4 pont
(bontható)

$n = \dfrac{1}{\sin 60°} = 1{,}15$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

A törésmutató tehát $n \geq 1{,}15$ (2 pont).



b) *A fény beesési szögének meghatározása a második síkon:*

3 pont

A prizma vízszintes síkjára esve a fény beesési szöge α' = 30°.

A törésmutató maximális értékének meghatározása:

4 pont
(bontható)

$n = \dfrac{1}{\sin 30°} = 2$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

A törésmutató tehát $n \leq 2$ (2 pont).

A sugármenet értelmezéséhez, illetve a beesési szögek meghatározásához nem feltétlenül szükséges ábrát készíteni.
Egy ábra, amely szögek nélkül, de helyesen feltünteti a sugármenetet az első visszaverődés után, illetve a kilépés utáni sugármenetet, önmagában 1 + 1 pontot ér.

Összesen 15 pont

6. Egy állólámpa izzója a fehér faltól 4,4 méter távolságra van. Egy üveglencse az izzószálról tízszeres nagyítású képet vetít a falra.

a) Hol helyezkedik el a lencse?

b) Hány dioptriás a lencse?

(2021. október)

Megoldás (15 pont)**:**

Adatok: $d = 4{,}4$ m, $N = 10$

a) A geometriai viszonyok helyes értelmezése a feladat szövege alapján:

4 pont (bontható)

1) $d = k + t = 4{,}4$ m (2 pont)

2) $N = \frac{k}{t} = 10$ (2 pont)

A lencse pozíciójának meghatározása:

6 pont (bontható)

Mivel: 2) $\Rightarrow k = 10 \cdot t$ (1 pont), így

1) $\Rightarrow 10 \cdot t + t = 4{,}4$ m (1 pont), tehát

$t = 0{,}4$ m és $k = 4$ m (1 + 1 pont).

A lencse tehát a fal és az izzó között (1 pont), a faltól 4 m-re (1 pont) helyezkedik el. (Vagy az izzótól 40 cm-re.)

b) A lencse dioptriájának meghatározása:

5 pont (bontható)

$$\frac{1}{k} + \frac{1}{t} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0{,}4} + \frac{1}{4} = \frac{11}{4} = 2{,}75$$

(képlet + adatok behelyettesítése + számítás, 2 + 1 + 2 pont)

Összesen: 15 pont

7. Egy gyűjtőlencsével egy 18 mm x 24 mm-es diafilmről 45 cm x 60 cm-es nagyságú képet szeretnénk kivetíteni egy ernyőre.

a) Mekkora a leképezés nagyítása?

b) Hova kell tennünk az ernyőt, ha a film a lencsétől 3 cm távolságban van?

c) Hány dioptriás lencsét kell használnunk?

(2022. május id.)

Megoldás: (14 pont)

Adatok: T_1 = 18 mm, T_2 = 24 mm, K_1 = 45 cm, K_2 = 60 cm.

a) *A nagyítás meghatározása:*

4 pont (bontható)

$$N = \frac{K_1}{T_1} = \frac{450 \text{ mm}}{18 \text{ mm}} = 25$$

(képlet + megfelelő 2 adat behelyettesítése + számítás, 1 + 1 + 1 + 1 pont).
A K_2, T_2 adatpárral is felírható az összefüggés.

b) *A képtávolság meghatározása és az ernyő pozíciójának megadása:*

4 pont (bontható)

$$N = \frac{k}{t} \Rightarrow k = N \cdot t = 25 \cdot 3 = 75 \text{ cm}$$

(képlet + rendezés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

Tehát az ernyőt a lencsétől 75 cm (1 pont) távolságba kell elhelyezni.
(Amennyiben a vizsgázó nem teszi szöveggel vagy rajzzal nyilvánvalóvá, hogy a távolságot a lencsétől kell számítani, ez a pont nem jár.)

c) *A lencse dioptriájának meghatározása:*

6 pont (bontható)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{75} = \frac{26}{75} \Rightarrow f = \frac{75}{26} \text{ cm} \approx 2{,}88 \text{ cm}$$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 2 pont).

$$D = \frac{1}{f(\text{m})} = \frac{1}{0{,}0288} = 34{,}7 \approx 35 \text{ (2 pont)}$$

Összesen: 14 pont