

35. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2020. február 27 – 28.
J a v í t ó k u l c s
12. osztály

3. feladat

Adatok:

$$\lambda = 650 \text{ nm}$$

$$r = 12 \text{ cm}$$

$$P = 0,5 \text{ mW}$$

$$n_{21} = 1,5$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\alpha = ?$$

$$t = ?$$

$$N = ?$$

a) Az első beesésnél a geometria viszonyokból következően $\beta = 30^\circ$.

A fénytörésre alkalmazva a Snellius-Descartes törvényt:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 30^\circ} = 1,5$$

$$\text{Így } \sin \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 48,58^\circ$$

Tehát a kért beesési szög $48,58^\circ$.

b) Az első beesésnél a fény részlegesen vissza is verődik, nemcsak fénytörés történik.

A második beesésnél optikailag sűrűbb közegből ritkább közeghez érkezik a fény. Itt felmerülhet, hogy esetleg teljes visszaverődés lép fel.

Ennek feltétele, hogy az itteni 30° -os beesési szög nagyobb legyen az α_h határszögnél.

$$\text{Viszont } \sin \alpha_h = \frac{2}{3} \text{ miatt, } \Rightarrow \alpha_h = 41,75^\circ$$

Ezért **nem lép fel teljes, csak részleges visszaverődés, és a fény energiájának nagyobb része kilép az üvegtestből $48,5^\circ$ -os törési szöggel.**

A harmadik beesésnél ugyanaz játszódik le, mint a másodiknál, és a fény visszaért az első beesés helyére.

Ez után a szabályos háromszög csúcsainál újra és újra megismétlődik a részleges visszaverődés és törés.

c) A szabályos háromszög a oldalának hosszára a koszinusz tételt alkalmazva:

$$a^2 = r^2 + r^2 - 2r \cdot \cos 120^\circ = 2r^2 + 2r^2 \cdot \frac{1}{2} = 3r^2 \Rightarrow a = r \cdot \sqrt{3}$$

A fény $s = 3 r \cdot \sqrt{3} = 36 \cdot \sqrt{3} = 62,35$ (cm) hosszúságú utat fut be a háromszög kerülete mentén.

Ugyanakkor a fény terjedési sebessége az üvegben a Snellius – Descartes törvény értelmében

$$n_{21} = \frac{3}{2} = \frac{c_{\text{levegő}}}{c_{\text{üveg}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{c_{\text{üveg}}} \Rightarrow c_{\text{üveg}} = 2 \cdot 10^8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Ezért a háromszög oldalain való végig haladáshoz $t = \frac{s}{c_{\text{üveg}}} = \frac{6,235 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^8} = 3,1175 \cdot 10^{-9}$ s idő szükséges.

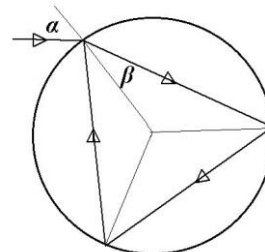
d) A fény egy fotonjának energiája: $\varepsilon = hf = h \frac{c_{\text{levegő}}}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} = 3,06 \cdot 10^{-19}$ (J)

Ha a lézermutató fényteltjesítménye $0,5$ W, ez azt jelenti, hogy másodpercenként $0,5$ J energiájú fényt bocsát ki.

Így 1 s alatt $x = \frac{0,5}{3,06 \cdot 10^{-19}}$ foton hagyja el a fényforrást.

Azonban a háromszög oldalain való végig haladás ideje alatt csak

$$N = x \cdot t = \frac{3,1175 \cdot 10^{-9} \cdot 0,5}{3,06 \cdot 10^{-19}} \approx 5,1 \cdot 10^9 \text{ darab fényfoton lép ki a fényforrásból.}$$



0,5 pont

1 pont

1 pont

0,5 pont

0,5 pont

0,5 pont

0,5 pont

1 pont

0,5 pont

0,5 pont

0,5 pont

1 pont

2 pont

1 pont

2 pont

2 pont

2 pont

1 pont

1 pont

1 pont

Összesen: 20 pont