

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 23 (1995/1996)

Številka 1

Strani 26-29

Tilka Jakob:

PRESENETLJIVI PRIKAZ POPOLNEGA NOTRANJEGA ODBOJA

Ključne besede: fizika, optika, svetloba, odboj.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/23/1252-Jakob.pdf>

© 1995 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

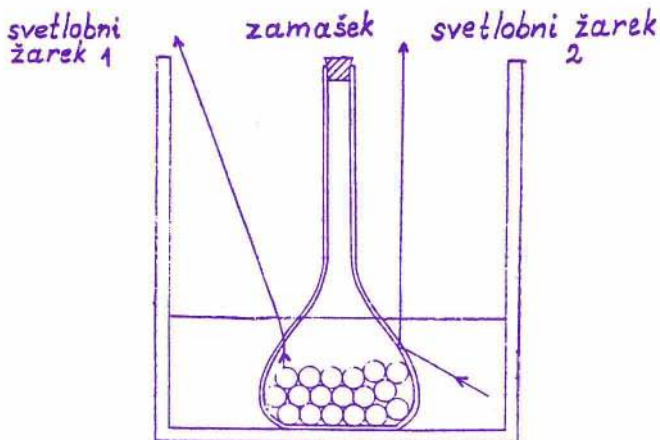
© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

PRESENETLJIVI PRIKAZ POPOLNEGA NOTRANJEGA ODOBOJA

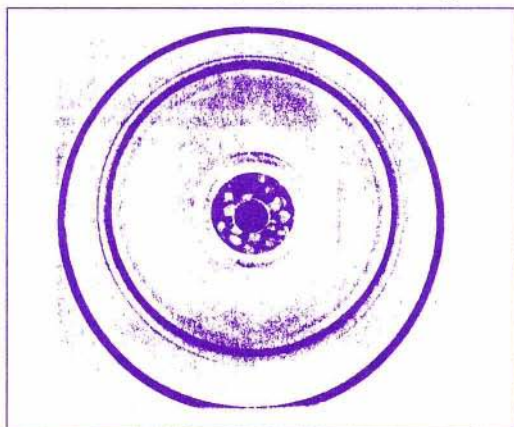
1. PRIKAZ

Slika 1 prikazuje stekleno bučko, napolnjeno približno do polovice s frnikulami. Bučka stoji na tleh velike steklene posode, delno napolnjene z vodo.



Slika 1.

Slika 2 je fotografija z vrha steklene bučke navpično navzdol. Črni krog na sredini steklene bučke je gumijasti zamašek. Frnikule lahko vidimo skozi tisti del steklene bučke, ki je nad vodno gladino.



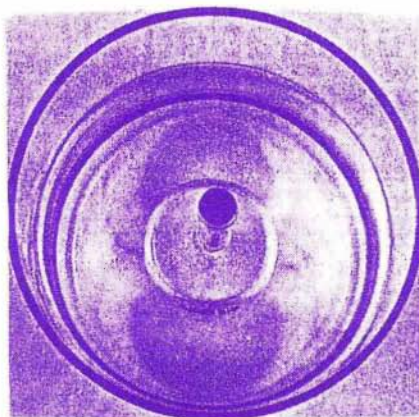
Slika 2.

Če v posodo dotočimo vodo, frnikul ne vidimo več. (Glej sliko 3.)



Slika 3.

Na sliki 4 vidimo, da so frnikule še zmeraj skrite, tudi če se opazovalec nekoliko odmakne od navpičnice. Pri večjem odkliku postanejo frnikule spet vidne. Na sliki vidimo označbo, ki je natisnjena na zunanji površini steklene bučke, in njeno podobo, ki je nastala zaradi odboja od notranje površine.



Slika 4.

2. RAZLAGA

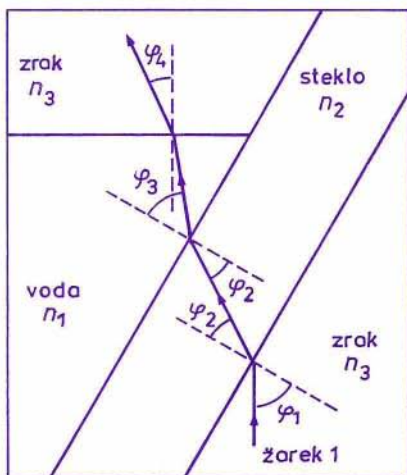
Oglejmo si podrobneje svetlobna žarka 1 in 2 s slike 1.

Robovi steklene bučke so strmo nagnjeni. Svetlobni žarek 1, ki gre od frnikule proti opazovalcu, potuje skozi zrak, nato skozi steklo v vodo, ter na koncu v zračni prostor (glej sliko 5).

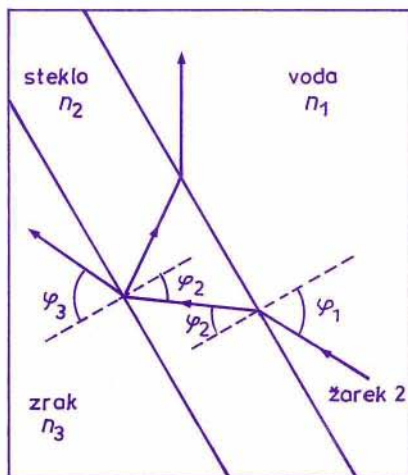
Najprej prehaja iz optično redkejši snovi v optično gostejšo snov, kjer se svetlobni žarek lomi proti vpadni pravokotnici. Pri prehodu iz stekla v vodo pa se svetlobni žarek lomi od vpadne pravokotnice. Prav tako se svetlobni žarek lomi od vpadne pravokotnice, ko gre iz vode v zrak.

Zato frnikul ne vidimo, če gledamo od vrha steklene bučke navpično navzdol. Potopljeni del bučke je videti zelo svetel zaradi popolnega odboja svetlobe iz okolice.

Na sliki 6 vidimo potek svetlobnega žarka 2 s slike 1. φ_1 predstavlja vpadni kot, φ_2 lomni kot znotraj steklene bučke, φ_3 pa kot žarka v bučki.



Slika 5.



Slika 6.

Če se kot φ_1 povečuje, se povečuje tudi kot φ_3 . Pri mejni vrednosti kota φ_1 postane kot φ_3 enak 90° . Za kote φ_1 , ki so večji od te mejne vrednosti, se žarek na meji med steklom in zrakom v celoti odbije. Zato govorimo o popolnem odboju. Mejni kot φ_1 lahko izračunamo takole:

Upoštevamo lomni zakon za vsako ploskev na sliki 6 in za φ_3 postavimo 90° , dobimo $n_1 \sin \varphi_1 = n_2 \sin \varphi_2 = n_3 \sin \varphi_3 = n_3$.

Če vstavimo za $n_1 = 1.33$ (lomni kvocient za vodo) in $n_3 = 1.00$ (lomni kvocient za zrak), sledi:

$$\begin{aligned}1.33 \sin \varphi_1 &= 1.00 \\ \sin \varphi_1 &= 1/1.33 = 0.752 \\ \varphi_1 &\approx 49^\circ.\end{aligned}$$

Tako smo, neodvisno od lomnega kvocienta za steklo n_2 , dobili mejni kot totalnega odboja za prehod iz vode v zrak. Žarki, ki imajo vpadni kot manjši od 49° , se le delno odbijejo.

Če je steklena bučka v zraku, sta n_1 in n_3 enaka 1.00 in popolnega odboja ni, saj je $\varphi_1 = \varphi_3$.

Pri poskusu smo uporabili:

- stekleno posodo (27 cm x 17 cm x 20 cm),
- stekleno bučko (1000 ml),
- 100 frnikul s premerom 1.5 cm,
- zamašek.

Za popestritev lahko v majhnih skupinah prikažemo, kako frnikule postopno izginjajo, ob dodajanju vode, v zunanjo posodo. Po razgovoru in razlagi tega eksperimenta odstranimo zamašek in natočimo vodo v stekleno bučko, da bodo frnikule postale ponovno vidne. Namesto frnikul uporabimo bonbone, s katerimi se po poskusu lahko tudi posladkamo.

Tilka Jakob