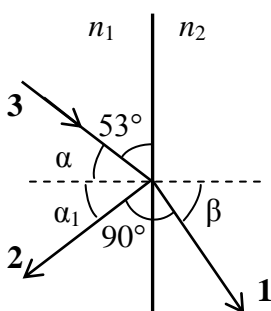


Утвърдил:  
 Д-р Ваня Кастрева  
 Началник на РУО – София-град

**ПРИМЕРНИ РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ**  
 за оценяване на задачите от общинския кръг на олимпиадата по ФИЗИКА  
 14 януари 2018 г.

**ЧЕТВЪРТА СЪСТЕЗАТЕЛНА ГРУПА**  
 (ученици, които през настоящата учебна година изучават учебно съдържание за X-  
 XII клас)

**ЗАДАЧА 1. – 10 точки**



- а) падащ лъч – 3, отразен лъч – 2, пречупен лъч – 1 (1,5 т.)  
 б) ъгъл на падане  $\alpha = 90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$  (0,5 т.)  
 ъгъл на отражение  $\alpha_1 = \alpha = 37^\circ$  (0,5 т.)  
 $\beta = 180^\circ - 90^\circ - \alpha_1$   
 ъгъл на пречупване  $\beta = 53^\circ$  (0,5 т.)  
 в) Въздух е средата с показател  $n_2$  ( $\alpha < \beta$ ) (1 т.)

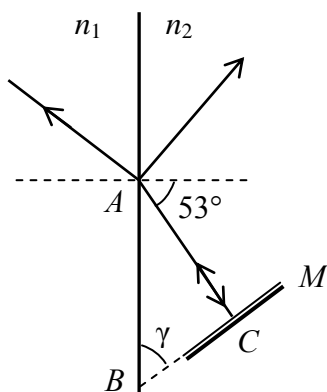
г)  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$  (1 т.)

$n_2 = 1$

$n_1 = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$  (0,5 т.)

$n_1 = 4/3 = 1,33$  (0,5 т.)

- д) При същия ред на средите ( $n_1 > n_2$ ) (0,5 т.)  
 и  $\alpha > \alpha_{\text{гр}}$  (0,5 т.)



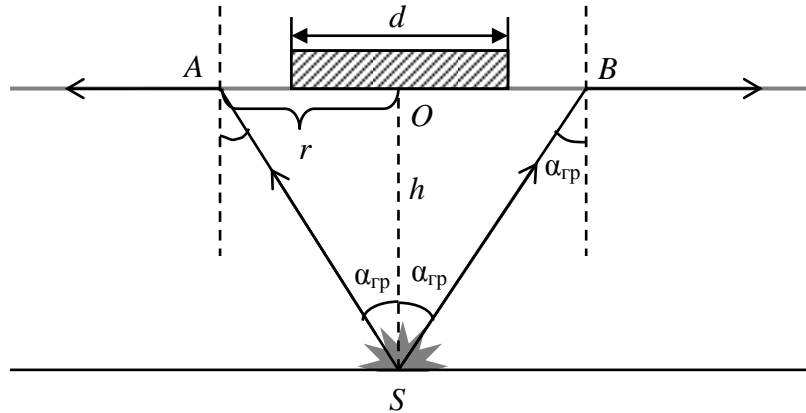
- е) Огледалото  $M$  трябва да се постави перпендикулярно на пречупения лъч (1 т.). На границата между двете среди светлината частично се отразява и частично се пречупва. Пречупеният лъч е отклонен към перпендикуляра. За правилен чертеж (1 т.).

Разглеждаме правоъгълния  $\triangle ABC$ . Тъй като ъгълът на пречупване е  $\beta = 53^\circ$  за  $\angle BAC$  получаваме

$90^\circ - \beta = 90^\circ - \gamma$  и  
 $\gamma = \beta = 53^\circ$  (1 т.)

**ЗАДАЧА 2. – 10 точки**

За правилен чертеж ( 1 т.)



Светлината ще излиза през повърхността при ъгъл на падане върху нея по-малък от граничния ъгъл на пълно вътрешно отражение  $\alpha_1 < \alpha_{гр}$  (0,5 т.)

Граничният ъгъл намираме от зависимостта :

$$(1) \quad \sin \alpha_{гр} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1 \text{ т.})$$

$$\text{От правоъгълния } \triangle AOS : \sin \alpha_{гр} = \frac{AO}{AS} \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$\sin \alpha_{гр} = \frac{AO}{\sqrt{AO^2 + OS^2}} \quad (1 \text{ т.})$$

Нека  $AO = r$ . По условие  $OS = h$ . Тогава

$$(2) \quad \sin \alpha_{гр} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + h^2}} \quad (0,5 \text{ т.})$$

От (1) и (2) следва

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + h^2}}$$

Полагайки  $n_2 = 1$  и след преобразувания получаваме:

$$r = \frac{h}{\sqrt{n_1^2 - 1}} \quad (2 \text{ т.})$$

Заместваме и получаваме числена стойност  $r \approx 2,27 \text{ m}$ . (0,5 т.)

Тогава, при отсъствие на надуваемия басейн, осветената повърхност е кръг с площ  $S_1 \approx 16,18 \text{ m}^2$ . (0,5 т.)

При наличието му, тъй като той е с площ  $S_2 \approx 3,14 \text{ m}^2$ , осветената област е пръстен с лице

$$S = S_1 - S_2 \approx 13,04 \text{ m}^2 \quad (0,5 \text{ т.})$$

б) При радиус на надуваемия басейн  $r_0 = 1 \text{ m}$  светлината няма да се разпространява във въздух поради пълно вътрешно отражение, ако дълбочината на водата е

$$h_1 = r_0 \sqrt{n_1^2 - 1} \quad (1,5 \text{ т.})$$

След заместване получаваме  $h_1 \approx 0,88 \text{ m} \approx 88 \text{ cm}$ . (0,5 т.)

### ЗАДАЧА 3. – 10 точки

**Част I.** а) Скоростта на светлината в стъкло е  $u_2 = \frac{u_1}{k}$  и за показателя на пречупване на стъклото получаваме

$$n_2 = \frac{c}{u_2} = \frac{kc}{u_1} \quad (0,5 \text{ т.}) \text{ и следователно } n_2 = kn_1 \approx 1,66 \quad (0,5 \text{ т.})$$

б) При преминаване на светлината от една среда в друга честотата ѝ не се променя. Можем да използваме, че

$$v = \frac{u}{\lambda} = \frac{c}{n \cdot \lambda}, \text{ откъдето получаваме } n \cdot \lambda = \frac{c}{v} = \text{const.} \quad (0,5 \text{ т.})$$

Прилагаме тази зависимост за средите въздух и стъкло

$$n \cdot \lambda = n_2 \lambda_2. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Като отчетем, че  $n = 1$  получаваме

$$\lambda = n_2 \lambda_2 = kn_1 \lambda_2 \approx 665 \text{ nm} \quad (1 \text{ т.})$$

в) **Първи начин.** Можем да сравним честотите  $\nu_A$  и  $\nu_B$  като сравним дължините на вълните от двата източника в една и съща среда, например въздух (0,5 т.). Аналогично на пресмятанията по-горе за дължината на вълната от втория източник във въздух  $\lambda_B$  получаваме

$$\lambda_B = n_1 \lambda_1 = 399 \text{ nm}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

От формулата  $\lambda = \frac{u}{\nu}$  (0,5 т.) следва, че щом лъчението от източник А има по-голяма дължина на вълната във въздух от лъчението на източник В, то  $\nu_A < \nu_B$ . (0,5 т.)

**Втори начин.** Можем да сравним честотите и като приложим формулата

$v = \frac{u}{\lambda} = \frac{c}{n \cdot \lambda}$  и пресметнем техните стойности

$$\nu_A = \frac{u_2}{\lambda_2} = \frac{c}{kn_1 \cdot \lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,66 \cdot 4 \cdot 10^{-7}} = 4,51 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad (1 \text{ т.})$$

$$\nu_B = \frac{u_1}{\lambda_1} = \frac{c}{n_1 \cdot \lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 3 \cdot 10^{-7}} = 7,52 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad (1 \text{ т.})$$

**Част II.** а) Яркостта на отразения сноп се определя от това колко процента от падащата светлина се отразяват (0,5 т.). По фиг. 1 определяме, че

- на границата въздух-стъкло при ъгъл на падане  $60^\circ$  се отразяват около 18% от светлината (0,5 т.)
- на границата въздух-цирконий при ъгъл на падане  $70^\circ$  се отразяват около 45% от светлината (0,5 т.)

Следователно по-ярък сноп ще се наблюдава при опит 2. (0,5 т.)

б) От фиг. 2 се вижда, че 100% от падащата светлина се отразява при ъгли по-малки от  $90^\circ$ , защото протича пълно вътрешно отражение. От графиките могат се определят и стойностите на граничния ъгъл за двата случая – около  $42^\circ$  за границата стъкло-въздух и около  $31^\circ$  за границата цирконий-въздух (1 т.).

При опит 1 само около 20% от падащата светлина се отразяват и ще се наблюдава пречупен сноп (1 т.).

При опит 2 светлината напълно се отразява, защото търпи пълно вътрешно отражение и не се наблюдава пречупен сноп (1 т.).