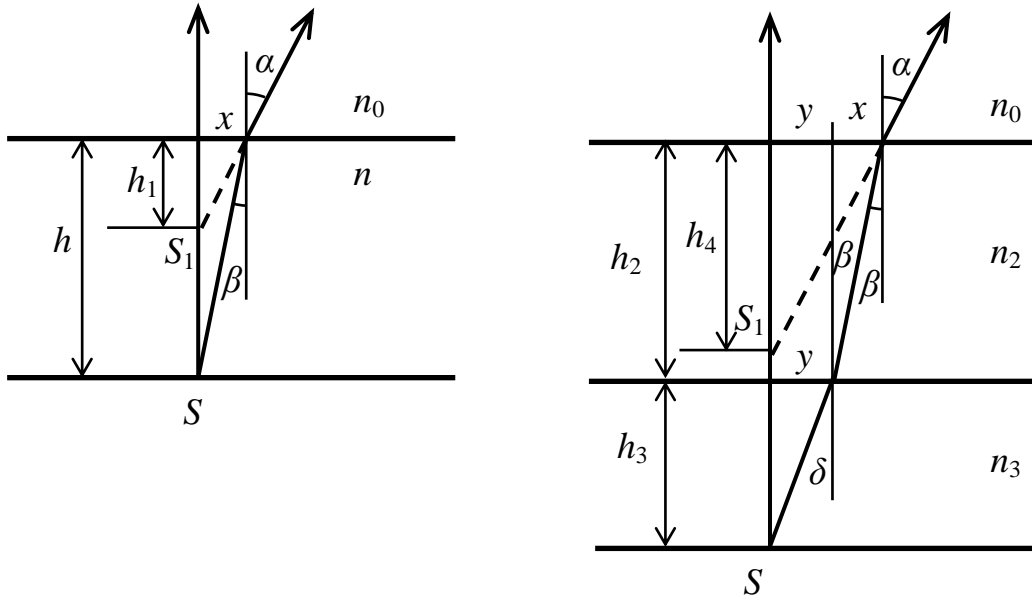


**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА**  
**15 февруари 2015 година**  
**РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ**  
**към темата за възрастова група 10.-12. клас**

**Задача 1.** Къде се вижда камъчето (две независими подзадачи).



Образът на камъчето ще се вижда там, където се пресичат продълженията на лъчите, идващи от него, и влизащи в окото (очите) на наблюдателя.

**А.** От чертежа вляво се вижда, че  $\frac{x}{h} = \tan \beta$  [0.5 т.] и  $\frac{x}{h_1} = \tan \alpha$  [0.5 т.]. Следователно  $h_1 = h \frac{\tan \beta}{\tan \alpha}$  [1.0 т.]. От закона на Снелиус следва, че  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n}{n_0}$ . [1.0 т.] Използвайки, че ъглите са малки,  $h_1 = h \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} \approx h \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = h \frac{n_0}{n}$ . [1.0 т.] Замествайки с дадените стойности,  $h_1 = 1\text{m} \cdot \frac{1,00}{1,33} \approx 0,75 \text{ m}$  [1.0 т.].

**Б.** От чертежа вдясно се вижда, че  $\frac{x+y}{h_4} = \tan \alpha$  [0.5 т.],  $\frac{x}{h_2} = \tan \beta$  [0.5 т.] и  $\frac{y}{h_3} = \tan \delta$  [0.5 т.]. Следователно  $h_4 = h_2 \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} + h_3 \frac{\tan \delta}{\tan \alpha}$  [0.5 т.]. От закона на Снелиус следва, че  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_0}$  [0.5 т.] и  $\frac{\sin \beta}{\sin \delta} = \frac{n_3}{n_2}$ . [0.5 т.] Използвайки, че ъглите са малки,  $h_4 = h_2 \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} + h_3 \frac{\tan \delta}{\tan \alpha} \approx h_2 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} + h_3 \frac{\sin \delta}{\sin \alpha} = h_2 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} + h_3 \frac{\sin \delta \sin \beta}{\sin \alpha \sin \beta}$ , откъдето се получава  $h_4 = h_2 \frac{n_0}{n_2} + h_3 \frac{n_0}{n_3}$ . [1.0 т.] Замествайки с дадените стойности,  $h_4 = 0,4\text{m} \cdot \frac{1,00}{1,33} + 0,6 \cdot \frac{1,00}{1,50} \approx 0,70 \text{ m}$  [1.0 т.].

## **Задача 2. Врата на хладилник.**

а) Налягането  $p_1$  на въздуха вътре в хладилника, след като той се охлади отново до температура  $t_{\text{хл}}$ , се пресмята използвайки факта, че въздухът се охлажда при постоянен обем:  $p_1 = p_0 \frac{T_1}{T_0}$  [0.5 т.] =  $1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 275\text{K}/300\text{K} = 0,917 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . [1.0 т.]

б) Резултантната сила  $F_{\text{вр}}$ , действаща на вратата на хладилника, е равна на  $F_{\text{вр}} = (p_0 - p_1) \frac{V}{d} =$  [0.5 т.]  $(1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 0,917 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot 0,3 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m} = 0,0498 \cdot 10^5 \text{ N} \approx 5000 \text{ N}$  [1 т.] Силата е насочена навътре.

в) Приложната точка на силата  $F_{\text{вр}}$  е в средата на вратата (пресечната точка на диагоналите на правоъгълника) [1 т.]

г) Силата  $F_{\text{отв}}$ , с която можем да отворим отново вратата на хладилника, по правилото за лоста от втори род, е два пъти по-малка от  $F_{\text{вр}}$ ;  $F_{\text{отв}} = 1/2 F_{\text{вр}} = 2500 \text{ N}$  [1 т.]

д) Изчислената стойност на силата  $F_{\text{отв}}$  всъщност е доста голяма и нереалистична. Тя съответства на силата на тежестта на тяло с маса 250 kg. Повечето хора изобщо няма да могат да отворят вратата на такъв хладилник. Причините за получената силно завишена стойност на тази сила са няколко: i) Тъй като обикновено уплътненията на вратата на хладилника не са идеални, по време на охлаждането във вътрешността влиза допълнително количество въздух, който повишава вътрешното налягане [0.5 т.]; ii) Дори при отворена врата въздухът във вътрешността не успява да се загрее до стайната температура, което също води до увеличаване на вътрешното налягане. [0.5 т.]

е) Количеството топлина  $Q_{\text{охл}}$ , което трябва да се отнеме от топлия въздух, за да се охлади той след затварянето на вратата на хладилника отново до температура  $t_{\text{хл}}$ , е  $Q_{\text{охл}} = cm(t_{\text{ст}} - t_{\text{хл}}) = c\rho V(t_{\text{ст}} - t_{\text{хл}})$  [1 т.] =  $720 \text{ J/kg.K} \cdot 1,16 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}^3 \cdot 25\text{K} \approx 6260 \text{ J}$ . [1 т.]

ж) Електрическата енергия  $E$ , която е необходима да се охлади въздуха в хладилника, се намира от дадената формула  $E = Q_{\text{охл}} \left( \frac{T_{\text{ст}}}{T_{\text{хл}}} - 1 \right) = 6260 \text{ J} \cdot (300\text{K}/275\text{K} - 1) \approx 570 \text{ J}$ . [1 т.] При дадената цена от 20 ст/kWh, всяко едно отваряне на хладилника ще струва 20 ст/kWh.  $570 \text{ J} = 20 \text{ ст} / 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ .  $570 \text{ J} = 0,0032 \text{ ст} = 3,2 \cdot 10^{-3}$  стотинки. [1 т.]

### Задача 3. Схема с диоди и резистори.

а) Когато към схемата се свърже източник напрежение по начина А, отпушени са диодите D2 и D4, а запушени са диодите D1, D3 и D5. (по [0.4 т.] за познатото състояние на всеки диод, общо [2 т.]

б) Когато към схемата се свърже източник напрежение по начина В, отпушени са диодите D1 и D3, а запушени са диодите D2, D4 и D5. (по [0.4 т.] за познатото състояние на всеки диод, общо [2 т.]

в) И при двата начина на свързване диодът D5 е запушен и токът през източника на напрежение ще бъде един и същ. [0.5 т.] Резисторът R1, последователно включен на D5, може да се изключи от веригата. [1 т.] Еквивалентното съпротивление на веригата се намира с няколко последователни стъпки:

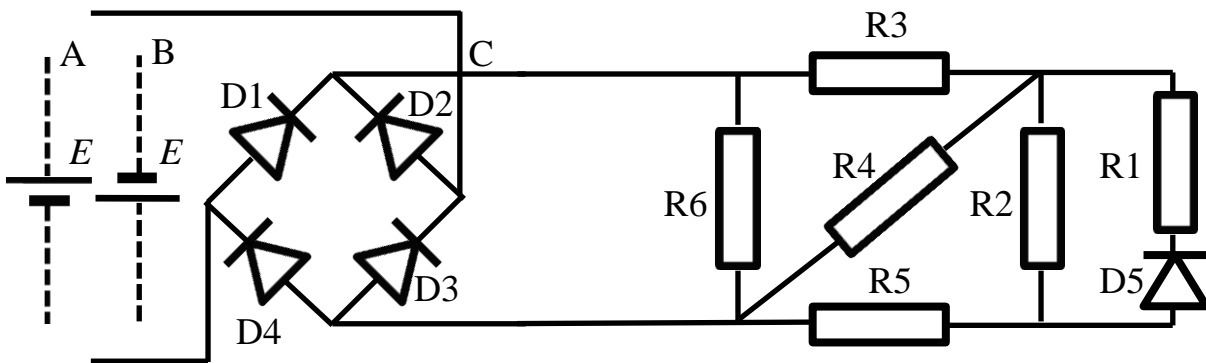
1. Съпротивлението на последователното включените R2 и R5 е  $2R$ . [0.5 т.]

2. Съпротивлението на успоредно включените R4 и групата (R2, R5) е  $\frac{R \cdot 2R}{R+2R} = \frac{2}{3}R$ . [1 т.]

3. Съпротивлението на последователното включените R3 и групата (R2, R4, R5) е  $R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$ . [1 т.]

4. Съпротивлението на успоредно включените R6 и групата (R2, R3, R4, R5) е  $\frac{R \cdot \frac{5}{3}R}{R + \frac{5}{3}R} = \frac{5}{8}R$ . [1 т.]

Токът, който протича през източника на напрежение, е  $I = \frac{E}{\frac{5}{8}R} = \frac{8E}{5R}$ . [1 т.]



При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.