

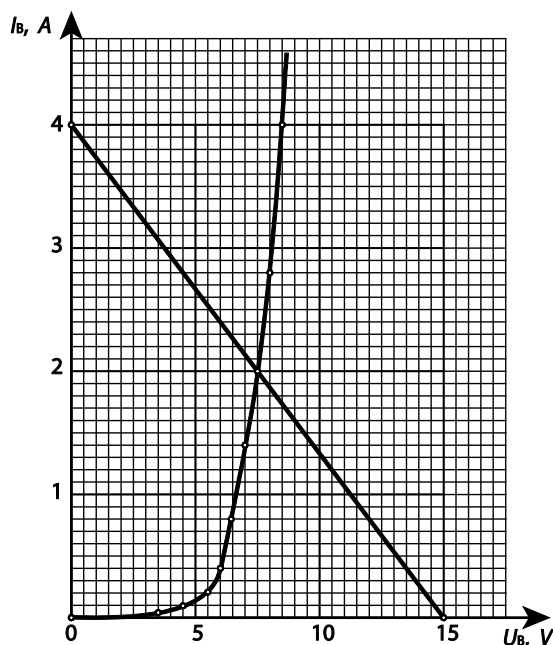
Национално пролетно състезание по физика

гр. Сандански, 15-16 март 2014 г.

РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

към темата за 10. клас

Задача 1. А) Волтамперната характеристика на варистора е нелинейна. При малки напрежения през него практически не тече ток, което означава, че съпротивлението на варистора е много голямо. Когато напрежението върху варистора нараства, неговото съпротивление намалява и токът започва бързо да нараства. При големи напрежения съпротивлението на варистора става много малко – той дава „на късо“ консуматора, към който е свързан успоредно.1 точка



От фиг. 1 определяме, че през варистора тече ток 4 А при напрежение 8,5 V. Следователно прекъсвачът ще прекъсне веригата преди да е достигнато максималното допустимо напрежение 9 V върху консуматора..... 1 точка

Б) Напрежението върху варистора е $U_B = U = 6$ V (успоредно свързване).....0,5 точки
От графиката (фиг. 1) определяме, че при напрежение 6 V през варистора тече ток

$$I_B = 0,4 \text{ A} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Токът през резистора е

$$I = \frac{U}{R_0} + I_B = 1 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Фиг. 1.

Електродвижещото напрежение на източника е

$$\mathcal{E} = IR + U_B = 12 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

В) В този случай $\mathcal{E}_1 = RI + U_B = R\left(\frac{U_B}{R_0} + I_B\right) + U_B$, откъдето изразяваме тока през варистора

$$I_{BB} = \frac{\mathcal{E}_1}{R} - \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R}\right)U \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

В това линейно уравнение има две неизвестни (U_B и I_B). Ние разполагаме с графика на зависимостта $I_B(U_B)$ и затова трябва да решим задачата графично. Построяваме графика на получената линейна зависимост. Тя е права линия: при $U_B = 0$ $I_B = \frac{\mathcal{E}_1}{R} = 4$ A; при $I_B = 0$ $U_B = 15$ V.

Правата линия е показана на фиг. 1.....2 точки

Търсеното решение е пресечната точка на двете графики.1 точка

Нейните координати са $U_B = 7,5$ V и $I_B = 2$ A.

Следователно при електродвижещо напрежение на източника $\mathcal{E}_1 = 24 \text{ V}$ напрежението върху консуматора е $U = U_B = 7,5 \text{ V}$,0,5 точки
а токът през варистора е $I_B = 2 \text{ A}$ 0,5 точки

Задача 2. А) От равенството $\sin \alpha_{\text{гр}} = \frac{1}{n}$ определяме граничния ъгъл на пълно вътрешно

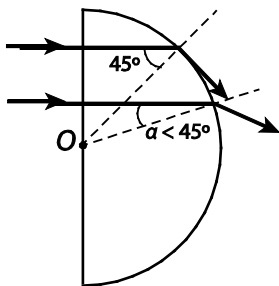
отражение: $\alpha_{\text{гр}} = 45^\circ$ 1 точка

При $\alpha < \alpha_{\text{гр}}$, т.е. при $\alpha < 45^\circ$, лъчът се пречупва от сферичната повърхност и напуска кълбото (фиг. 2) 1 точка

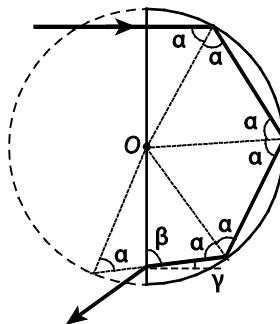
Б) При $\alpha = \alpha_{\text{гр}} = 45^\circ$ лъчът се плъзга по сферичната повърхност (фиг. 2) 1 точка

В) При $\alpha > \alpha_{\text{гр}}$ ($\alpha > 45^\circ$) лъчът претърпява неколkokратно (многократно) пълно вътрешно отражение от сферичната повърхност, пречупва се от плоската повърхност на полусферата и я напуска (фиг. 3).....1 точка

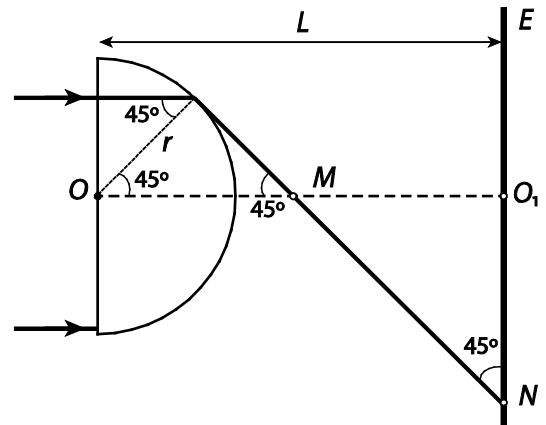
Всички ъгли на падане и отражение от сферичната повърхност са равни на α ... 0,5 точки



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Броят на отраженията е $k = 1$ щялата част на числото $\frac{90^\circ + \alpha}{180^\circ - 2\alpha}$ 0,5 точки

Лъчът пада върху плоската повърхност на полукълбото под ъгъл γ . От чертежа се вижда (фиг. 3), че $\beta > \alpha > 45^\circ$. Следователно $\gamma = 90^\circ - \beta < 45^\circ$, т.е. ъгълът на падане е по-малък от граничния ъгъл. Затова лъчът напуска полукълбото 1 точка

Г) Поради пълното вътрешно отражение от полукълбото ще излязат само лъчите, които падат върху сферичната му повърхност под ъгъл $\alpha < \alpha_{\text{гр}} = 45^\circ$ 1 точка

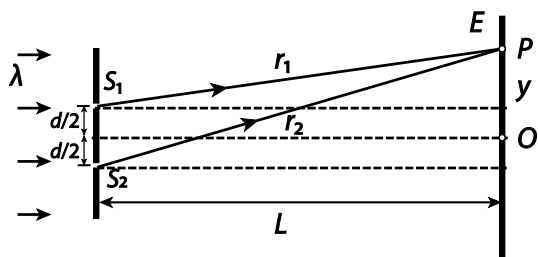
Радиусът на светлото петно се определя от лъча, падащ под граничния ъгъл

$\alpha = \alpha_{\text{гр}} = 45^\circ$ (фиг. 4)1 точка

От чертежа на фиг. 4 определяме:

$OM = r\sqrt{2}$; $R = NO_1 = MO_1 = L - r\sqrt{2} \approx 2,2 \text{ cm}$ 2 точки

Задача 3. А) От двата правоъгълни триъгълника на *фиг. 5* изразяваме разстоянията r_1 и r_2 :



Фиг. 5.

$$r_1 = \sqrt{L^2 + (y - d/2)^2} \approx L \left(1 + \frac{(y - d/2)^2}{2L^2} \right);$$

..... 1 точка

$$r_2 = \sqrt{L^2 + (y + d/2)^2} \approx L \left(1 + \frac{(y + d/2)^2}{2L^2} \right).$$

Разликата в ходовете на двете вълни е

$$\Delta r = r_2 - r_1 \approx L + \frac{(y + d/2)^2}{2L} - \left(L + \frac{(y - d/2)^2}{2L} \right) = \frac{d}{L} y$$

..... 1 точка

Б) $\Delta r = r_2 - r_1 = \frac{d}{L} y = m\lambda$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) – условие за максимум 1 точка

$\Delta r = r_2 - r_1 = \frac{d}{L} y = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) – условие за минимум 1 точка

В) $\lambda = \frac{d}{mL} y$ 1 точка

$\lambda = 500 \text{ nm}$ 1 точка

Г) $\Delta y = y_{m+1} - y_m = (m+1) \frac{\lambda L}{d} - m \frac{\lambda L}{d} = \frac{\lambda L}{d} = 1 \text{ cm}$ 1 точка

Разстоянието между светлите ивици не зависи от y , т.е. в централната част на екрана интерференчните ивици са разположени на еднакви разстояния една от друга 0,5 точки

Разстоянието между ивиците нараства, ако намаляваме разстоянието d между процепите или ако отдалечаваме екрана (увеличаваме L). 0,5 точки

Д) От условието за максимум изразяваме разстоянията y , на които са разположени светлите ивици на двете интерференчни картини:

$$y_{m_1} = \frac{m_1 \lambda_1 L}{d}; \quad y_{m_2} = \frac{m_2 \lambda_2 L}{d}.$$

За съвпадащите ивици $\frac{m_1 \lambda_1 L}{d} = \frac{m_2 \lambda_2 L}{d}$, откъдето получаваме

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{550 \text{ nm}}{450 \text{ nm}} = \frac{11}{9} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Първите съвпадащи ивици на двете картини са разположени от центъра на екрана

на разстояние $y_{m_1=9} = \frac{9\lambda_1 L}{d} = 9,9 \text{ cm}$ 1 точка

Тъй като $y_9 \ll L$, можем да използваме направеното в началото приближение за разликата в оптичните ходове на вълните от двата процепа, отнасящо се само за централната част от екрана. 0,5 точки