

Национално пролетно състезание по физика

гр. Сандански, 15-16 март 2014 г.

ТЕМА

за 10. клас

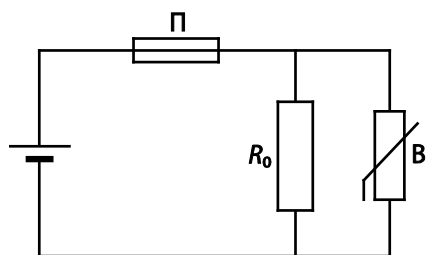


Задача 1. Варистор. Варисторът е полупроводников елемент, който променя своето съпротивление в зависимост от приложеното му напрежение. Варистори се използват за защита на електронни схеми от високо напрежение (по-високо от максималното, на което схемата е предвидено да работи).

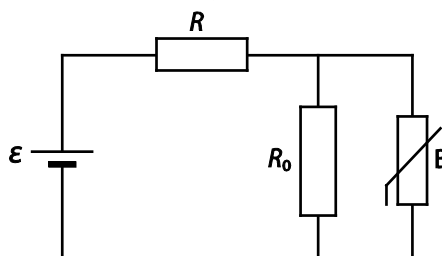
Ели и Сашо изследват в учебната лаборатория волтамперната характеристика на варистор (зависимостта на тока през варистора от приложеното напрежение). Резултатите са показани на графиката от фиг. 1.

(Графиката е на отделен лист, който трябва да приложите към решението на задачата.)

Същият варистор B е свързан в електрическата верига, чиято схема е показана на фиг. 2. В нея електронната схема, която трябва да бъде защитена, е заменена с консуматор с постоянно съпротивление R_0 . Предпазителят Π прекъсва веригата, когато токът през него достигне стойност $I_{\max} = 4$ A. Максималното допустимо напрежение върху консуматора е $U_{\max} = 9$ V.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

А) Опишете (качествено) как се изменя съпротивлението на варистора при увеличаване на приложеното към него напрежение. Ако увеличаваме електродвижещото напрежение на източника, възможно ли е да достигнем в този случай (фиг. 2) максималното допустимо напрежение върху консуматора? (2 точки)

Заменяме предпазителя с резистор с постоянно съпротивление $R = 6 \Omega$. Консуматорът има постоянно съпротивление $R_0 = 10 \Omega$ (фиг.3.) Вътрешното съпротивление на източника се пренебрегва.

Б) Нека напрежението върху консуматора е $U = 6$ V. Определете напрежението U_B и тока I_B през варистора, тока I през резистора и електродвижещото напрежение $\mathcal{E}$ на източника. (3 точки)

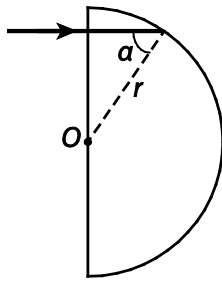
В) Електродвижещото напрежение на източника нараства и става $\mathcal{E}_1 = 2\mathcal{E}$. Определете напрежението U върху консуматора и тока I_B през варистора. (5 точки)

Задача 2. Светлинни лъчи. Светлинен лъч е насочен перпендикулярно на основата на стъклено полукълбо с радиус $r = 2$ cm и пада под ъгъл α върху сферичната му повърхност (фиг. 4). Показателят на пречупване на стъклото е $n = \sqrt{2}$. Кълбото е във въздуха ($n_b = 1$). Постройте по-нататъшния ход на лъча, като аргументирате и подкрепите с доказателства построението. Разгледайте три случая:

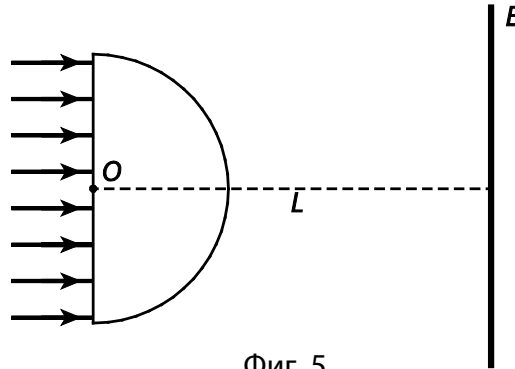
А) $\alpha < 45^\circ$ (2 точки)

Б) $\alpha = 45^\circ$ (1 точка)

В) $\alpha > 45^\circ$ (3 точки)



Фиг. 4.

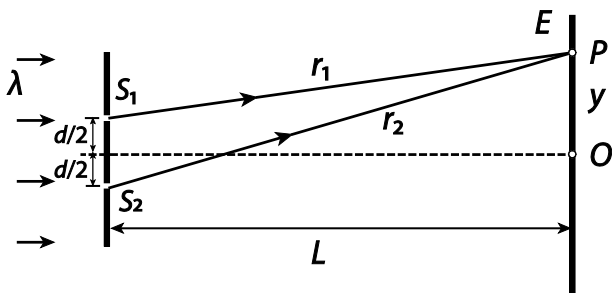


Фиг. 5.

Забележка: В подусловия А) и Б) не се разглежда отражението.

Г) Перпендикулярно на основата на същото стъклено полукълбо пада успореден сноп от лъчи (фиг. 5). Определете радиуса R на светлото петно, което ще се наблюдава върху екрана E , разположен на разстояние $L = 5$ cm от центъра O на кълбото (фиг. 5). (4 точки)

Задача 3. Интерференция от два процепа. Монохроматична светлина с дължина на вълна λ пада перпендикулярно върху екран с два тесни успоредни процепа S_1 и S_2 , разположени на разстояние d един от друг. Върху отдалечен екран, поставен на разстояние L от процепите ($L \gg d$), се наблюдава интерференчна картина (фиг. 6).



Фиг. 6.

А) Докажете, че за точка, която се намира на разстояние $y \ll L$ от центъра O на екрана, разликата в ходовете Δr на лъчите от двата процепа е приблизително равна на $\Delta r = r_2 - r_1 \approx \frac{d}{L} y$. (2 точки)

Полезна формула: $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2}$ при $x \ll 1$.

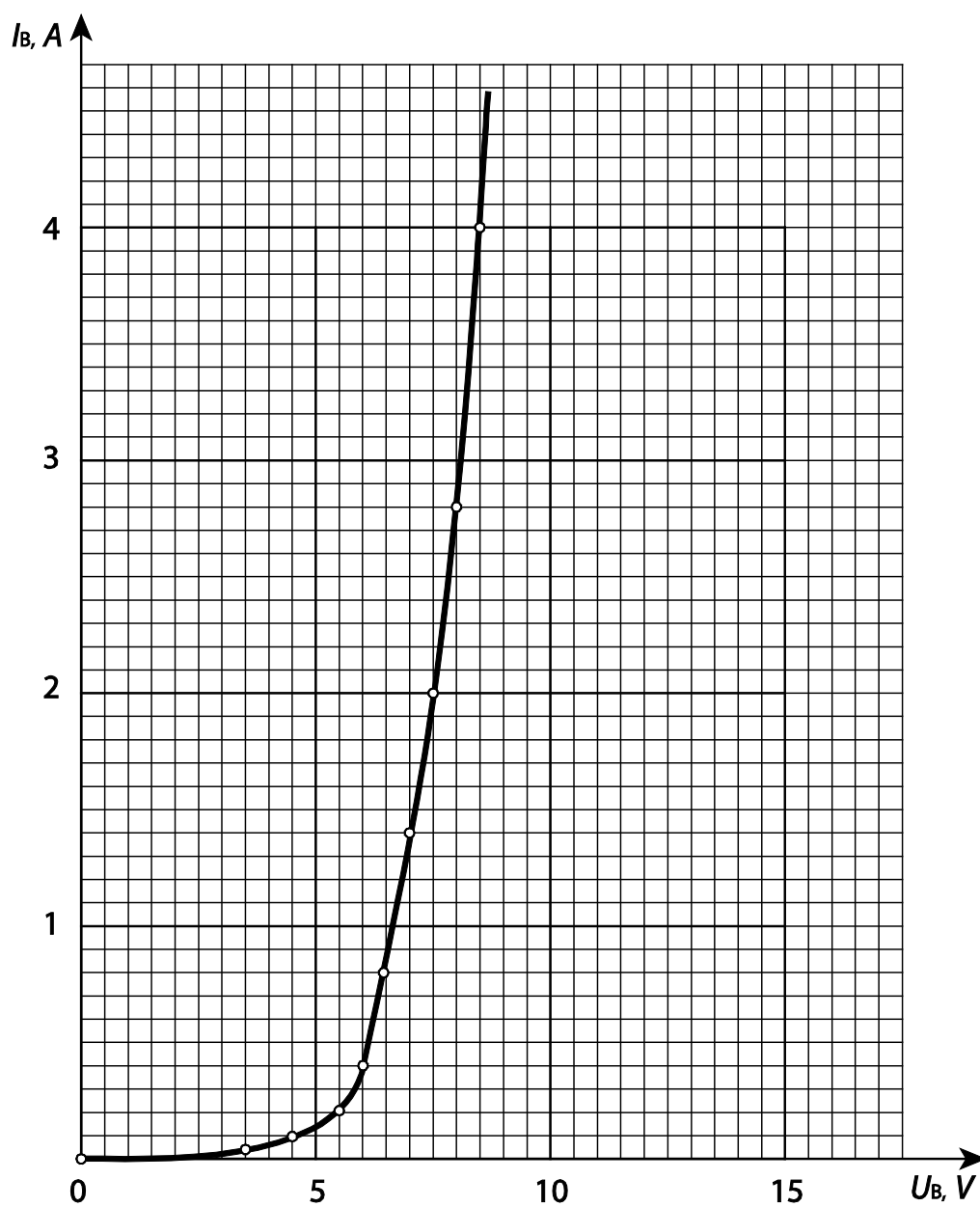
Б) Приемете, че за интерференчната картина близо до центъра на екрана ($y \ll L$) разликата в ходовете на интерфериращите вълни е $\Delta r = r_2 - r_1 = \frac{d}{L} y$ и получите израз за разстоянията y от центъра O на екрана, на които ще се наблюдават интерференчни максимуми (светли ивици) и интерференчни минимуми (тъмни ивици). (2 точки)

Нека $L = 4$ m и $d = 0,2$ mm.

В) Колко нанометра е дължината на вълната λ на светлината, ако интерференен максимум от четвърти порядък ($m = 4$) се наблюдава на разстояние $y = 4$ cm от центъра на екрана? (2 точки)

Г) Определете разстоянието Δy между два съседни максимума и коментирайте резултата. (2 точки)

Д) Перпендикулярно на двата процепа пада светлина, която е смес от две монохроматични вълни с дължини на вълната $\lambda_1 = 550$ nm и $\lambda_2 = 450$ nm. Всяка вълна създава върху екрана своя интерференчна картина. На какво най-малко разстояние y от центъра на екрана се намира светла ивица от едната интерференчна картина, която съвпада с цветна ивица от втората интерференчна картина? Аргументирайте коректността на получения резултат. (2 точки)



Внимание! Приложете графиката към Вашата писмена работа.