

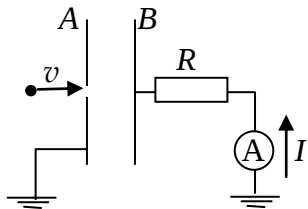
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Казанлък, 11–13 април 2014 г.

Решения на темата за 9. клас и критерии за оценяване

Задача 1. Измерване на скоростта на електронен сноп

А) Посоката на тока е означена на фигурата.



След като минат през отвора в пластината A , електроните попадат върху пластината B . Оттам те преминават последователно през резистора, амперметъра и земята. Понеже електроните са отрицателно заредени, посоката на тока е противоположна на посоката, в която те се движат.

Б) От закона на Ом следва, че потенциалната разлика между земята и пластината B е:

$$U = IR = 15 \text{ V}$$

Тъй като пластината A е заземена, напрежението между пластините също е U . Следователно, големината на заряда, натрупан върху всяка пластина на кондензатора е:

$$|Q| = CU$$

От формулата за капацитет на плосък кондензатор:

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = 1,77 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

Като вземем предвид, че пластината B е отрицателно заредена, намираме:

$$Q = -1,77 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 15 \text{ V} \approx -2,7 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

В) Понеже електроните се отблъскват от отрицателно заредената пластина B , тяхната скорост намалява при движението им в кондензатора. Върху пластината B се натрупва заряд докато скоростта, с която електроните достигат пластината, не стане равна на нула. От закона за запазване на енергията следва:

$$\frac{mv^2}{2} = eU$$

откъдето:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 15 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Г) Електроните в кондензатора се движат равнозакъснително, докато спрат напълно върху пластината B . От законите за скоростта и пътя следва:

$$d = \frac{at^2}{2}$$

$$v = at$$

откъдето:

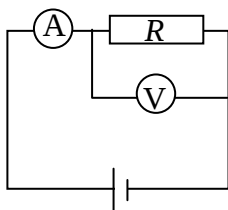
$$t = \frac{2d}{v} = 4,35 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

Схема за оценяване на задача 1

	елемент от решението	точки
А)	Означава правилно посоката на тока	0,5
	Обосновава избора на посоката	0,5
Б)	Пресмята напрежението върху кондензатора	1,0
	Изразява заряда чрез напрежението и капацитета	1,0
	Прилага формулата за капацитет на плосък кондензатор	1,0
	Пресмята големината на заряда	0,5
	Съобразява отрицателния знак на заряда	0,5
В)	Съобразява, че електроните достигат с нулева скорост пластината В	1,0
	Прилага закона за запазване на енергията	1,0
	Изразява скоростта	0,5
	Пресмята числено скоростта	0,5
Г)	Записва закона за пътя при равнозакъснително движение	0,5
	Записва закона за скоростта при равнозакъснително движение	0,5
	Изразява времето	0,5
	Пресмята числено времето	0,5

Задача 2.

А) Схемата е дадена на фигурата.



Б) Най-голямо съпротивление отговаря на левия край на графиката, където напрежението е най-голямо: $U_{\max} = 8,8 \text{ V}$, а токът – най-малък: $I_{\min} = 0,2 \text{ A}$. От закона на Ом намираме:

$$R_{\max} = \frac{U_{\max}}{I_{\min}} = 44 \Omega$$

Най-малко съпротивление отговаря на десния край на графиката, където напрежението е най-малко: $U_{\min} = 6 \text{ V}$, а токът – най-голям: $I_{\max} = 3 \text{ A}$. От закона на Ом намираме:

$$R_{\min} = \frac{U_{\min}}{I_{\max}} = 2 \Omega$$

В) За резистор със зададено съпротивление $R = 10 \Omega$, напрежението и тока са свързани със зависимостта:

$$U = RI = 10I$$

Графиката на тази зависимост е права, минаваща през началото на координатната система. За да построим графиката, е нужно да намерим още една нейна точка. Ако например положим $I = 1 \text{ A}$, получаваме $U = 10 \text{ V}$. Построяваме права, свързваща точките (0,0) и (1,10). Точка А е пресечна точка на двете графики.

Г) От закона на Ом за цялата верига:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

намираме:

$$U = IR = \mathcal{E} - Ir$$

Избираме две произволни точки от графиката, например крайните, и получаваме система от уравнения:

$$8,8\text{V} = \mathcal{E} - 0,2\text{A} \cdot r$$

$$6\text{V} = \mathcal{E} - 3\text{A} \cdot r$$

Оттук намираме:

$$r = 1 \Omega$$

$$\mathcal{E} = 9 \text{ V}$$

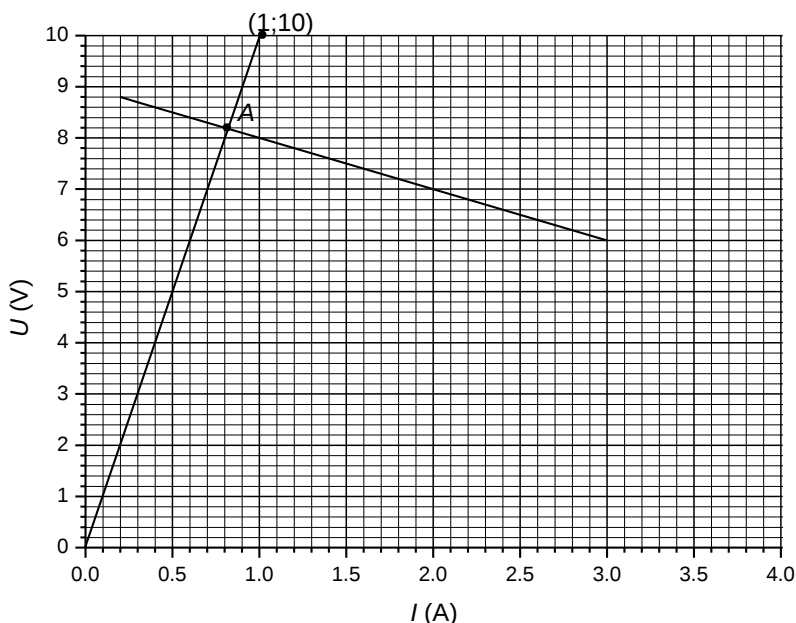


Схема за оценяване на задача 2

	елемент от решението	Точки
А)	Амперметърът е свързан успоредно на резистора.	0,5
	Волтметърът е свързан успоредно на резистора.	0,5
Б)	Посочва, че най-голямо съпротивление съответства на левия край на графиката и отчита съответния ток и напрежение	0,5
	Пресмята $R_{\max}$ по закона на Ом	0,5
	Посочва, че най-малко съпротивление съответства на десния край на графиката и отчита съответния ток и напрежение	0,5
	Пресмята $R_{\min}$ по закона на Ом	0,5
	Записва с формула връзката между ток и напрежение.	0,5
В)	Построява права по две точки по 0,5 т. на правилно построена точка. 0 т., ако правата не минава през началото на координатната система;	1,0
	Построява т. А като пресечна точка на двете графики. (0,5 т. ако точката е подбрана по чрез налучкване)	1,0
	Напрежението, съответстващо на т. А, е между 8 и 8.2 V	0.5
	Записва закона на Ом за цялата верига.	1,0
	Извежда връзка между напрежението върху консуматора и тока във веригата.	1,0
Г)	Отчита координатите на две точки и съставя система от уравнения.	1,0
	Пресмята r	0.5
	Пресмята $\mathcal{E}$	0.5

Задача 3.

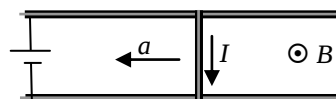
А) На фигурата е показана посоката на тока през жичката. От правилото на изпънатите пръсти на дясната ръка определяме, че магнитната сила върху жичката, а следователно и нейното ускорение са насочени наляво.

Големината на магнитната сила е:

$$F = IBL$$

където L е дължината на жичката. Масата на жичката е:

$$m = \rho SL$$



От II принцип на Нютон намираме:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{IB}{\rho S} \approx 562 \text{ m/s}^2$$

Б) От правилото на свитите пръсти на дясната ръка определяме, че проводникът 1 създава по линията, на която е разположен проводника 2, магнитна индукция B_1 , насочена от чертежа към нас. За да бъде нула силата, действаща на проводника 2, е нужно да приложим външно магнитно поле B_0 , насочено към чертежа. Големините на двете полета трябва да бъдат равни:

$$B_0 = B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

В точка, разположена между двата проводника, полето е суперпозиция на полетата B_1 и B_2 , създадени от проводниците 1 и 2 съответно, и външното поле B_0 . От правилото на свитите пръсти на дясната ръка определяме, че B_1 и B_2 , са с еднакви посоки – от чертежа към нас. Следователно:

$$B = B_1 + B_2 - B_0$$

В точка, разположена на еднакви разстояния $d/2$ от двата проводника имаме:

$$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d/2} = 2B_0$$

Следователно сумарното поле има големина:

$$B = 3B_0 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

и е насочено от чертежа към нас.

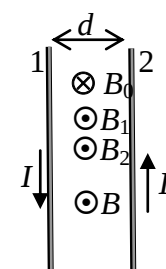
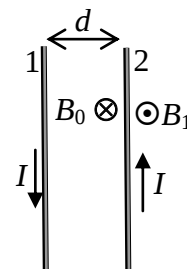


Схема на оценяване на задача 3

	елемент от решението	точки
А)	Посочва правилната посока на магнитната сила и на ускорението.	0,5
	Аргументира избора с правилото на изпънатите пръсти на дясната ръка	0,5
	Записва израз за силата на Ампер.	1,0
	Изразява масата на жичката.	0,5
	Получава израз за ускорението.	1,0
	Пресмята ускорението числено.	0,5
Б)	Определя посоката на полето B_1 или обяснява, че между проводници, по които текат токове в противоположни посоки, действа сила на отблъскване.	0,5
	Прави извод, че B_0 е насочена противоположна на B_1 или посочва, че B_0 трябва да е насочена към чертежа, за да може магнитната сила от страна на външното поле да уравни силата на отблъскване между проводниците.	0,5
	Получава израз за B_0	0,5
	Пресмята числено B_0	0,5
	Определя посоките на полетата B_1 и B_2 , между двата проводника	1,0
	Прилага принципа на суперпозиция и изразява резултантното поле B .	1,0
	Изразява големините на B_1 и B_2 , за точка по средата между проводниците.	1,0
	Пресмята големината на резултантното поле B	0,5
	Прави извод, че индукцията B е насочена от чертежа към нас.	0,5