

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

Стара Загора, 13.03.2020 г.

Решения и критерии за оценка на темата за 7. клас

Задача 1

1.1. Пълнене на съд

Нивото на водата в съда започва да се повишава, когато обемът на налятата вода стане по-голям от 400 ml. Тогава водата изпълва изцяло чашата и започва да прелива в съда. Следователно вместимостта на чашата е:

$$V_1 = 400 \text{ cm}^3 \quad (1,0 \text{ т})$$

След това водата започва да изпълва пространството между чашата и стените на съда. То има пръстеновидна основа с площ:

$$S = S_2 - S_1 \quad (1,0 \text{ т})$$

и обем $V - V_1$. Следователно височината на водата в съда е:

$$h = \frac{V - V_1}{S_2 - S_1} \quad (1,0 \text{ т})$$

От графиката отчитаме, че при $V = 1000 \text{ cm}^3$ например височината на водата е $h = 8 \text{ cm}$. Следователно получаваме:

$$S_2 - S_1 = \frac{V - V_1}{h} = \frac{1000 \text{ cm}^3 - 400 \text{ cm}^3}{8 \text{ cm}} = 75 \text{ cm}^2 \quad (1,0 \text{ т})$$

Когато водата достигне височина 16 cm, наклонът на графиката намалява, т.е. едно и също количество налята вода води до по-малко повишаване на нивото на течността в съда. Това съответства на момента, когато водата в съда достига ръба на чашата и започва да изпълва цялото напречно сечение на съда. Следователно височината на чашата е:

$$h_1 = 16 \text{ cm} \quad (1,0 \text{ т})$$

Като знаем вместимостта на чашата, намираме площта на дъното ѝ:

$$S_1 = \frac{V_1}{h_1} = \frac{400 \text{ cm}^3}{16 \text{ cm}} = 25 \text{ cm}^2. \quad (1,0 \text{ т})$$

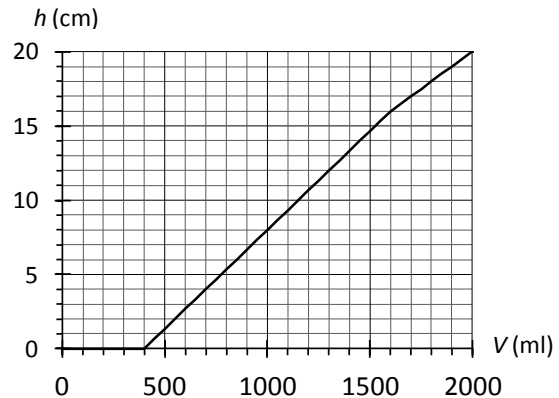
Така намираме и площта на дъното на съда:

$$S_2 = 75 \text{ cm}^2 + S_1 = 100 \text{ cm}^2 \quad (1,0 \text{ т})$$

1.2. Хоризонтална и вертикална скорост

От определението за вертикална скорост следва, че самолетът ще достигне земята след време:

$$t = \frac{H}{v_B}. \quad (0,5 \text{ т})$$



Разстоянието до пистата съответства на пътя, който самолетът изминава в хоризонтална посока за това време:

$$L = v_x t = \frac{v_x H}{v_B}. \quad (0,5 \text{ т})$$

За да пресметнем L , скоростите във формулата трябва да бъдат изразени с еднакви единици. Нека например изразим хоризонталната скорост в метри в секунда:

$$v_x = 270 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 270 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 75 \text{ m/s}. \quad (1,0 \text{ т})$$

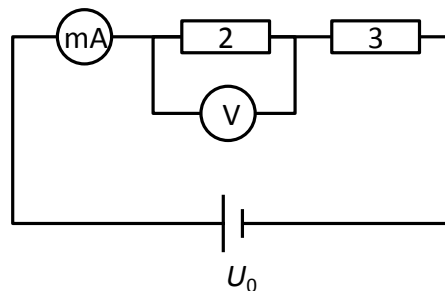
Ако ученикът раздели 270 на 3,6 по памет, без доказателство, се дават само 0,5 т.
Следователно:

$$L = \frac{75 \text{ m/s} \cdot 2000 \text{ m}}{3 \text{ m/s}} = 50\,000 \text{ m (50 km)}. \quad (1,0 \text{ т})$$

Задача 2. Странно свързване

1) *Положение mA-V*

В този случай мултицетът М1 има нулево съпротивление и „дава накъсо“ резистора 1. Тогава веригата е еквивалентна на следната:



(0,5 т)

Показанието на мултицета 1 съответства на тока през резистора 2:

$$(1) \quad I = 12 \text{ mA} = 0,012 \text{ A}, \quad (0,5 \text{ т})$$

а на мултицета 2 – на напрежението върху резистора 2:

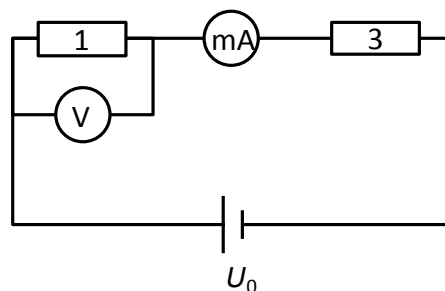
$$(2) \quad U = 7,2 \text{ V}. \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно съпротивлението на резистора 2 е:

$$(3) \quad R_2 = \frac{U}{I} = 600 \Omega. \quad (0,5 \text{ т})$$

2) *Положение V-mA*

Сега веригата е еквивалентна на следната:



(0,5 т)

Показанието на мултицета 1 съответства на напрежението върху резистора 1:

$$(4) \quad U = 4 \text{ V}, \quad (0,5 \text{ т})$$

а на мултицета 2 – на тока през резистора 1:

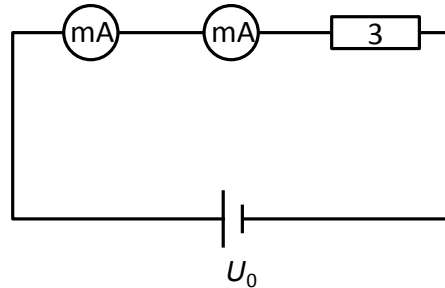
(5) $I = 20 \text{ mA} = 0,02 \text{ A}$. (0,5 т)

Следователно съпротивлението на резистора 1 е:

(6) $R_1 = \frac{U}{I} = 200 \Omega$. (0,5 т)

3) *Положение mA-mA*

Есвивалентната верига е:



(0,5 т)

И двата мултицета отчитат тока през резистора 3:

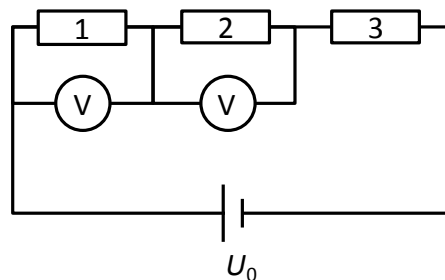
(7) $I_3 = 30 \text{ mA} = 0,03 \text{ A}$. (0,5 т)

Напрежението върху резистора 3 е съответно U_0 . Следователно:

(8) $U_0 = R_3 I_3 = (0,03 \text{ A}) \cdot R_3$. (0,5 т)

4) *Положение V-V*

В този случай и трите резистора са свързани последователно:



(0,5 т)

Двата мултицета измерват напрежението съответно върху резисторите 1 и 2:

(9) $U_1 = 2 \text{ V}$; (0,5 т)

(10) $U_2 = 6 \text{ V}$; (0,5 т)

През резисторите тече един и същ ток:

(11) $I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = 0,01 \text{ A} (10 \text{ mA})$. (0,5 т)

Напрежението върху резистора 3 е:

(12) $U_3 = U_0 - (U_1 + U_2) = U_0 - 8 \text{ V}$ (0,5 т)

Следователно:

(13) $U_0 - 8 \text{ V} = I R_3 = (0,01 \text{ A}) \cdot R_3$. (0,5 т)

От уравненията (8) и (13) имаме:

(14) $0,03 R_3 - 8 = 0,01 R_3$, (0,5 т)

откъдето намираме съпротивлението R_3 :

(15) $R_3 = 400 \Omega$. (0,5 т)

За напрежението на източника от формула (8) получаваме:

(16) $U_0 = (0,03 \text{ A}) \cdot 400 \Omega = 12 \text{ V}$. (0,5 т)

Задача 3.

а) Върху чертежа са означени следните точки и ъгли:

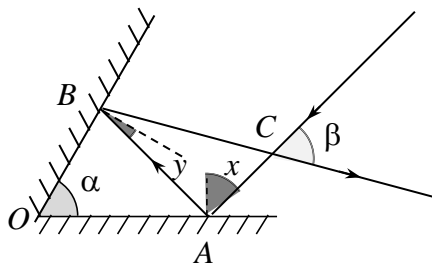
A и B – точки на падане на светлината върху долното и горното огледало съответно;

C – пресечна точка на падащия и отразения лъч;

O – точка, в която се допират двете огледала;

x и y – ъгли на падане съответно върху долното и върху горното огледало.

За чертеж, на който са означени ъглите на падане върху двете огледала: (1.0 т)



Тъй като ъгълът на падане е равен на ъгъла на отражение, ъгълът между падащия и отразения лъч от първото огледало е:

$$(1) \quad \angle CAB = 2x. \quad (1.0 \text{ т})$$

Съответно след второто отражение:

$$(2) \quad \angle ABC = 2y. \quad (1.0 \text{ т})$$

Ясно е, че:

$$(3) \quad \angle BCA = \beta.$$

Така за триъгълника ABC получаваме:

$$(4) \quad 2x + 2y + \beta = 2(x + y) + \beta = 180^\circ. \quad (1.0 \text{ т})$$

За триъгълника AOB имаме:

$$(5) \quad \angle OAB = 90^\circ - x, \quad (1.0 \text{ т})$$

$$(6) \quad \angle OBA = 90^\circ - y \quad (1.0 \text{ т})$$

и

$$(7) \quad \alpha + (90^\circ - x) + (90^\circ - y) = 180^\circ,$$

Откъдето:

$$(8) \quad x + y = \alpha. \quad (1.0 \text{ т})$$

Като заместим в уравнение (4), получаваме окончателно:

$$(9) \quad \beta = 180^\circ - 2\alpha. \quad (1.0 \text{ т})$$

б) При увеличаване на ъгъла α , ъгълът β между лъчите става все по-малък, а пресечната точка C е все по-далече от точката на падане. Затова лъчите се разпространяват в противоположни посоки и не се пресичат, ако:

$$(10) \quad \beta = 0^\circ. \quad (1.0 \text{ т})$$

От уравнение (9) следва, че това условие е в сила, ако:

$$(11) \quad \alpha = 90^\circ. \quad (1.0 \text{ т})$$