

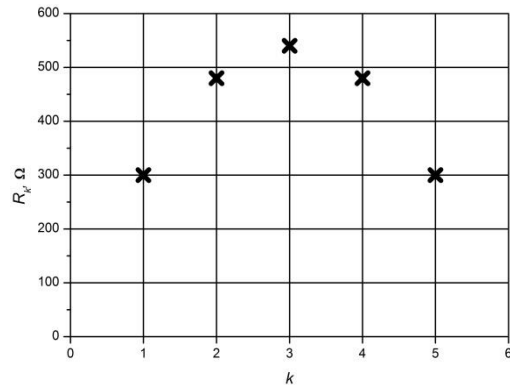
**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 05 февруари 2019 г.**  
**Решения на темата за 9. клас (трета състезателна група)**

**Задача 1. Измервания в електрическа верига с  $N$  резистора.**

а) Когато с омметър се измерва електрическото съпротивление между две точки от веригата, между които се намират  $k$  резистора, всъщност се измерва съпротивлението на верига, съдържаща две успоредно свързани групи от съпротивления. [0,5 т.] Едната група съдържа  $k$  последователно свързани съпротивления, а другата  $N - k$  последователно свързани съпротивления. [0,5 т.] Следователно измереното съпротивление ще бъде  $R_k = \frac{kR(N-k)R}{kR+(N-k)R} = \frac{k(N-k)R}{N}$ . [2 т.]

б) За  $R = 360 \Omega$  и  $N = 6$  изчислените стойности на  $R_k$  са дадени в таблицата. [1 т.] С тези данни графиката на зависимостта на  $R_k$  от  $k$  изглежда така: [2 т.]

$k$	$R_k$
1	300
2	480
3	540
4	480
5	300



в) От получената формула в подусловие а) следва, че  $R_1 = \frac{(N-1)R}{N}$ , а  $R_2 = \frac{2(N-2)R}{N}$ . От тези две равенства може да се получат неизвестните  $N$  и  $R$ . Ако разделим двете равенства, се получава  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{N-1}{2(N-2)}$ . След решаване на последното уравнение,  $N = \frac{4R_1 - R_2}{2R_1 - R_2}$ . [1 т.] След

заместване, имаме  $N = \frac{4 \cdot 110 \Omega - 200 \Omega}{2 \cdot 110 \Omega - 200 \Omega} = \frac{240 \Omega}{20 \Omega} = 12$ . [1 т.] Неизвестното  $R$  може да се намери от едно от първите две равенства. Например от първото,  $R = R_1 \frac{N}{N-1} = [1 т.]$   
 $110 \Omega \frac{12}{11} = 120 \Omega$ . [1 т.]

**Задача 2. Ускорително движение.**

а) При движение на тяло под действие на силите  $F$  и  $F_T$ , вторият закон на Нютон изглежда така:  $F - F_T = ma_1$ . [1 т.] Изминатият път  $s$ , ускорението  $a_1$  и времето  $t_1$  за преместване на това разстояние са свързани така:  $s = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ . [1 т.] За втория случай формулите са същите:  $2F - F_T = ma_2$ ,  $s = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$ . Ако от третото равенство извадим първото, се получава  $F = m(a_2 - a_1)$ . Изразявайки ускоренията от второто и четвъртото равенство, се получава  $F = 2ms \left( \frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right)$ . [1 т.]

б) Силата на триене  $F_T$  може да се получи от първото уравнение:  $F_T = F - ma_1 = [1 т.]$   
 $= 2ms \left( \frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) - \frac{2ms}{t_1^2} = 2ms \left( \frac{1}{t_2^2} - \frac{2}{t_1^2} \right)$ . [2 т.]

в) Когато на тялото действа сила  $F_3 = 3F$ , вторият закон на Нютон изглежда така:  $3F - F_T = ma_3$ . [1 т.] Ускорението при това движение е  $a_3 = \frac{2s}{t_3^2}$ . Замествайки с получените резултати за  $F$ ,  $F_T$  и  $a_3$ , се получава  $6ms \left( \frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) - 2ms \left( \frac{1}{t_2^2} - \frac{2}{t_1^2} \right) = \frac{2ms}{t_3^2}$ . [1 т.] Като съкратим на множителя  $2ms$ , получаваме  $\frac{1}{t_3^2} = \frac{2}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}$ , откъдето следва  $t_3 =$   
 $\frac{1}{\sqrt{\frac{2}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}}} = \frac{t_1 t_2}{\sqrt{2t_1^2 - t_2^2}}$ . [2 т.]

### **Задача 3. Автомобил.**

а) Мощността на сила е извършената от нея работа, разделена на времето за това действие, т.е.  $P = A/t$ . [0,5 т.] Извършената работа е равна на промяната на кинетичната енергия на тялото:  $A = \Delta E_{\text{кин}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$ . [0,5 т.] Следователно  $P = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2t}$

. [0,5 т.] Като заместим с дадените стойности,  $P = \frac{1200\text{kg} \cdot (30\text{ m/s})^2}{2 \cdot 2.15\text{s}} = 36\text{ kW}$  [1 т.]  $\approx 49$  к.с. [0,5 т.]

б) За да се загрее двигателят от началната до работната си температура, е необходимо количество топлина  $Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_0) =$  [0,5 т.]  $0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 300\text{ kg} \cdot (90^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 12$

МД. [0,5 т.] За да се получи тази топлина, трябва да се изгори метан с маса  $m = \frac{Q}{q}$  [0,5 т.]  $= \frac{12\text{ MJ}}{56\text{ MJ/kg}} \approx 0,214\text{ kg}$ . [0,5 т.] Това ще стане след време  $t = 0,214\text{ kg} / 1\text{ kg/h} = 0,214\text{ h} \approx 13\text{ min}$ . [1 т.]

в) Обемът на гаража е  $V = 8\text{ m} \cdot 4\text{ m} \cdot 2,5\text{ m} = 80\text{ m}^3$ . [0,5 т.] Масата на въздуха в него е  $m_{\text{air}} = \rho \cdot V = 1,25\text{ kg/m}^3 \cdot 80\text{ m}^3 = 100\text{ kg}$ . [0,5 т.] Масата на кислорода в него е  $m_{\text{O}_2} = \frac{1}{5}m_{\text{air}} = 20\text{ kg}$ . [0,5 т.] За да намалее кислородът наполовина, трябва 10 кг кислород да се изразходва при горенето на метана. [0,5 т.] Тъй като за една молекула метан се изразходват 2 молекули кислород, от даденото отношение на масите на молекулите метан и кислород следва, че 10 кг кислород ще са нужни за изгарянето на 2,5 кг метан. [1 т.] При дадената скорост на горене на метана 1 kg/h, след  $T = 2,5\text{ h}$  кислородът в гаража ще намалее наполовина. [1 т.]