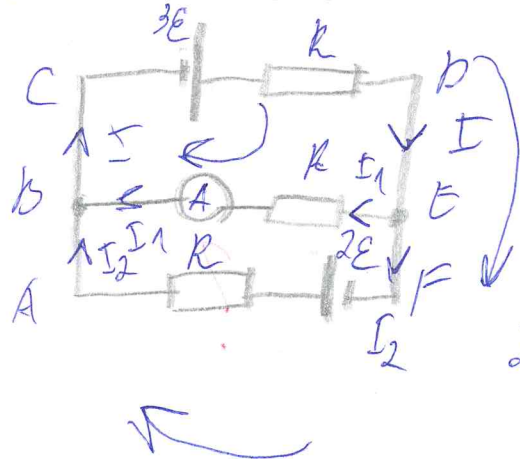
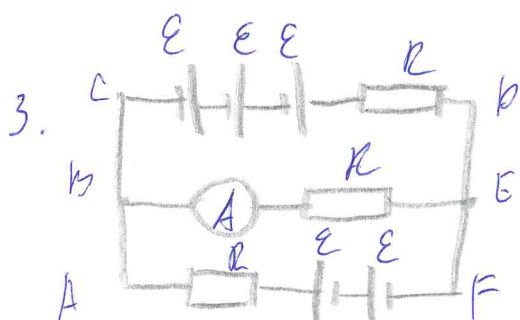




Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности» по физике

Задание	1	2	3	4	5	Всего
Баллы	8	9	15	10	7	49

Вариант I.



Батарея из 3-х последовательно соединённых ЭДС в данном случае эквивалентна одному элементу с $\mathcal{E}_1 = 3\mathcal{E}$, а батарея из 2-х элементов эквивалентна $\mathcal{E}_2 = 2\mathcal{E}$. Схема примет вид: обход контуров обозначен. Применим правила Кирхгофа: на схеме

1-е: $I = I_1 + I_2$ (для узла E)

2-е: $BCDEB: \begin{cases} 3\mathcal{E} = IR + I_1 R \checkmark 4 \\ ACDF A: \begin{cases} 5\mathcal{E} = IR + I_2 R \checkmark 4 \\ I = I_1 + I_2 \checkmark 4 \end{cases} \end{cases}$

$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = 2I_1 R + I_2 R \\ 5\mathcal{E} = 2I_2 R + I_1 R \\ 6\mathcal{E} = 4I_1 R + 2I_2 R \\ 5\mathcal{E} = 2I_2 R + I_1 R \end{cases}$$

Выделим из 1-го 2-е и получим:

$$\mathcal{E} = 3I_1 R \Rightarrow I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{1,5\text{В}}{3 \cdot 10\text{Ом}} = 0,05\text{А.} \checkmark 3$$

Это и есть показание амперметра.

Ответ: 0,05 А

(15)

4. Потенциал внутри сферы равен потенциалу на поверхности
 $\varphi_1 = \varphi = k \frac{Q}{R_1} \Rightarrow Q = \frac{\varphi R_1}{k}$ (где Q - заряд на сфере (он не меняется
 после разряда). После разряда потенциал $\varphi_2 = k \frac{Q}{R_2} \Rightarrow$
 $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 \frac{R_1}{R_2} = \varphi \frac{R_1}{R_2}$. Пусть начальный

интервал $C_1 = Q/\varphi_1$, конечный $C_2 = Q/\varphi_2$, тогда начальный
 электростатическая энергия сферы $E_1 = \frac{C_1 \varphi_1^2}{2} =$
 $= \frac{Q \cdot \varphi_1^2}{2\varphi_1} = \frac{Q \varphi_1^2}{2} = \frac{Q \varphi}{2}$, конечная $E_2 = \frac{C_2 \varphi_2^2}{2} =$
 $= \frac{Q \cdot \varphi_2^2}{2\varphi_2} = \frac{Q \varphi_2}{2} = \frac{Q \varphi_1 R_1}{2 R_2}$. Но после разряда

сфера приобретает и кинетическую энергию (материю её отдали,
 а ведь ведь мы суммарный заряд, распределённый на сфере,
 равномерный). Разница между сохранившейся энергией:

$$E_1 = E_2 + E_k \Leftrightarrow \frac{Q \varphi}{2} = \frac{Q \varphi R_1}{2 R_2} + \frac{m v^2}{2},$$

$$\frac{\varphi R_1}{2k} = \frac{\varphi^2 R_1^2}{2k R_2} + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \varphi \sqrt{\frac{R_1 R_2 - R_1^2}{k m R_2}} \approx 4,7 \text{ м/с}$$

Ответ: 4,7 м/с

(10)

$$5. T_1 = t_1 + 273 = 273 \text{ K}, T_2 = t_2 + 273 = 373 \text{ K}.$$

Для цикла Карно справедливо: $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{Q_{\text{нар}}}{Q_{\text{затр}}} \Rightarrow$

$$Q_{\text{нар}} = \eta Q_{\text{затр}} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} Q_{\text{затр}}$$

$$Q_{\text{нар}} = m \cdot r, m = 0,5 \text{ кг}, Q_{\text{затр}} = M \cdot \Delta t$$

$$m r = \eta M \Delta t \Rightarrow M = \frac{m r}{\frac{T_2 - T_1}{T_2} \cdot \Delta t} = \frac{m r T_2}{(T_2 - T_1) \Delta t} \approx 12,6 \text{ кг}.$$

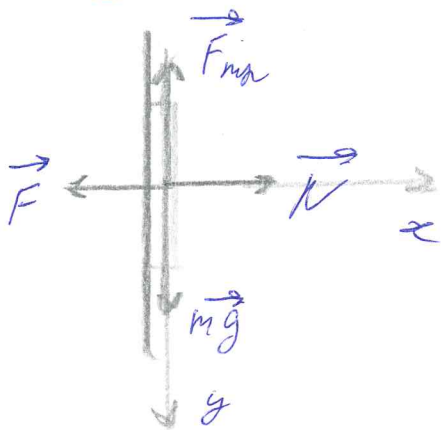
Ответ: 12,6 кг.

(9)



Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»

1.



Заметим Π з-к динамики для газетки
 $\vec{F}_{mp} + \vec{F} + \vec{N} + \vec{mg} = 0, \text{ т. к.}$

она движется с постоянной скоростью

и. Проецируем:

$Ox: F = N$

$Oy: mg = F_{mp} = kN = kF \checkmark \text{ ч}$

Заметим, что силу давления воздуха на газетку можно рассчитать как $F = pS$, где p - давление воздуха на газетку, S - её площадь. Перейдём в систему отсчёта, связанную с газеткой: тогда скорость ветра тогда равна $V = |u - v|$ (из классического закона сложения скоростей). Тогда, согласно закону Бернулли, давление, оказываемое воздухом на газетку, равно $p = \frac{\rho V^2}{2} = \frac{\rho(u-v)^2}{2}$.

Итак, $F = pS = \frac{\rho S (v-u)^2}{2} \Rightarrow \checkmark$

$mg = kF \Rightarrow k = \frac{mg}{F} = \frac{2mg}{\rho S (v-u)^2}$

Ответ: $k = \frac{2mg}{\rho S (v-u)^2} \quad ? \quad 1 \quad \textcircled{8}$

5. Рассчитайте оптический путь луча, и соответственно его оптический показатель:

$$D = \frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad R_2 = \infty, \text{ м. к. дробь знаменателя } \frac{1}{R_2} \text{ можно считать равной } 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_2} = 0 \Rightarrow D = \frac{1}{F} = \frac{n-1}{R_1} \Rightarrow F = \frac{R_1}{n-1}$$

Полученное расчетное значение фокусного расстояния равно $F = \frac{-R_1}{2(n-1)}$ (м. к. оптический путь). \Rightarrow при $d < |F| \Rightarrow$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} = \frac{2(n-1)}{R_1} \quad 3$$

$$\frac{f-d}{fd} = \frac{2(n-1)}{R_1} \Rightarrow R_1 f - 2fd(n-1) = 2fd(n-1)$$

$$R_1 d = f(R_1 - 2d(n-1))$$

$$f = \frac{R_1 d}{R_1 - 2d(n-1)} \approx 0,43 \text{ м} = 43 \text{ см.}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{43 \text{ см}}{25 \text{ см}} = 1,72 \quad (7)$$

Ответ: $f = 43 \text{ см}$

$\Gamma = 1,72$

(8)

!

)