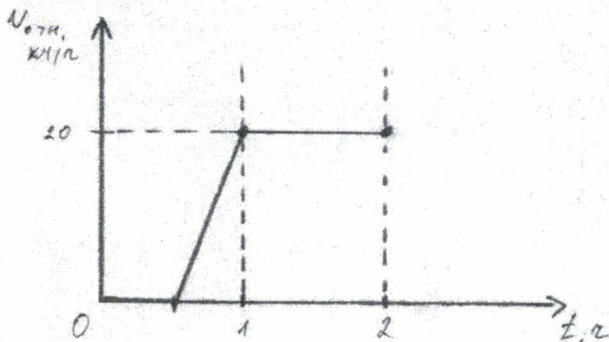


Шифр участника

|   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ф | 1 | 6 | - | 1 | 1 | - | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Задача 1 Класс 11

Лист 1 из 5



По графику мы можем сказать, что первые 30 мин скорость первого автомобиля была равна скорости второго автомобиля, и вместе двигались они в одном направлении.

По условию скорость второго автомобиля постоянна (т.к. он движется равномерно и прямолинейно). Тогда мы можем найти скорость второго автомобиля на всём пути.

$$S_2' = 200 \text{ км}; \quad t_2' = 2 \text{ ч}$$

$$V_2 = \frac{S_2'}{t_2'}; \quad V_2 = \frac{200 \text{ км}}{2 \text{ ч}} = 100 \text{ км/ч.}$$

Т.к. в первые 30 минут скорость первого автомобиля равна скорости второго, то 1-ый автомобиль за 30 минут проехал путь:  $S_1 = V_2 \cdot t_1$ , где  $t_1 = 0,5 \text{ ч} \Rightarrow S_1 = 100 \cdot 0,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 0,5 = 50 \text{ км}$

В последующие полчаса  $V_1$  увеличивалась, это говорит о том, что скорость первого автомобиля увеличилась от 100 км/ч до 120 км/ч, т.е. авто двигалось с ускорением:

$$a = \frac{(120 - 100) \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{0,5 \text{ ч} \cdot 2} = 40 \text{ км/ч}^2. \text{ Путь, пройденный в эти полчаса: } S_2 = V_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}, \text{ где } t_2 = 0,5 \text{ ч}$$

$$S_2 = 100 \cdot 0,5 + \frac{40 \text{ км} \cdot 0,5^2 \text{ ч}^2}{2} = 50 \text{ км} + 5 \text{ км} = 55 \text{ км}$$

В следующий час автомобиль сохранял приобретённую скорость 120 км/ч и проехал путь:

$$S_3 = V_1 \cdot t_3, \text{ где } V_1 = 120 \text{ км/ч и } t_3 = 1 \text{ ч} \Rightarrow S_3 = 120 \cdot 1 = 120 \text{ км}$$

Всего за 2 часа первый автомобиль проехал путь:  $S = S_1 + S_2 + S_3$ ;  $S = (50 + 55 + 120) \text{ км} = 225 \text{ км}$

Ответ:  $S = 225 \text{ км}$ .

Оценочные баллы: максимальный – 10 баллов; фактический – 10 баллов.

Подписи членов жюри

*Евгений Филиппович*

*Игорь Иванович*



Шифр участника

Ф 1 6 - 1 1 - 3

Задача 5 Класс 11

Лист 2 из 5

Дано:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 30 \text{ В}$$

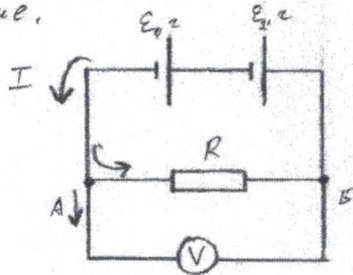
$$R = 20000 \text{ Ом}$$

$$r = 5000 \text{ Ом}$$

$$R_V = 20000 \text{ Ом}$$

$$\frac{U_{из}}{U_V}$$

Решение.



По 2 правилу Кирхгофа суммарная ЭДС равна алгебраической сумме ЭДС всех источников. Т.к. источники направлены в одном направлении, то их ЭДС складываются.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2; \mathcal{E} = (30 + 30) = 60 \text{ В}$$

Источники соединены последовательно, их сопротивления складываются и образуют суммарное сопротивление источников в цепи;  $r_0 = r + r$ ;  
 $r_0 = (5000 + 5000) \text{ Ом} = 10000 \text{ Ом}$ .

Рассмотрим цепь с идеальным вольтметром. Запишем 2-й закон для полной цепи:

$$\mathcal{E} = I_1 r_0 + I_1 R \Rightarrow \mathcal{E} = I_1 (R + r_0) \Rightarrow I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r_0} \Rightarrow I_1 = \frac{60 \text{ В}}{(20000 + 10000) \text{ Ом}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

Показания идеального вольтметра будут равны падению напряжения на резисторе:  $U_{из} = I_1 R$

$$U_{из} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 20000 \text{ Ом} = 40 \text{ В}$$

Рассмотрим цепь с реальным вольтметром. Найдем общее внешнее сопротивление цепи:

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V} \Rightarrow R_0 = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}; R_0 = \frac{(20000 \cdot 20000) \text{ Ом}^2}{40000 \text{ Ом}} = 10000 \text{ Ом}$$

$$\mathcal{E} = I_2 r_0 + I_2 R_0 = I_2 (R_0 + r_0) \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r_0}; I_2 = \frac{60 \text{ В}}{20000 \text{ Ом}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

Т.к. сопротивления резистора и вольтметра одинаковы, а также они соединены параллельно, то токи через них будут течь одинаково и по 1-му правилу Кирхгофа будут равны  $\frac{I_2}{2}$ , т.е.  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ , тогда падение напряжения на резисторе:  $U_V = \frac{I_2}{2} \cdot R; U_V = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 20000 \text{ Ом} = 30 \text{ В}$

$$\frac{U_{из}}{U_V} = \frac{40}{30} \approx 1,3 \Rightarrow \text{показания реального вольтметра будут примерно в } 1,3 \text{ раза меньше, чем идеального}$$

Ответ: в 1,3 раза.

Оценочные баллы: максимальный – 10 баллов; фактический – 10 баллов.

Подписи членов жюри

Гусев / Фоминская И.И.  
 Терещук / Терещенко С.И.



Шифр участника

Ф 1 6 - 1 1 - 3

Задача 3 Класс 11

Лист 3 из 5

Дано:

$N, T_1, N_1, N_2, T, V$

Решение.

Т.к. сосуд теплопроводящий, то через достаточно большой промежуток времени температура в сосуде сравняется с температурой окружающей среды (по нулевому началу термодинамики).

$p = ?$

Давление в сосуде будет складываться из парциальных давлений оставшегося азота и протекшего кислорода. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow p = \frac{m RT}{M \cdot V}, \quad \frac{m}{M} = \nu, \quad \nu = \frac{N}{N_A}, \quad \text{где } N - \text{число молекул газа.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = \frac{NRT}{N_A \cdot M \cdot V}$$

Найдём парциальное давление азота:  $p_1 = \frac{(N - N_1) RT}{N_A \cdot M_{N_2} \cdot V}$ , где  $M_{N_2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Найдём парциальное давление кислорода:  $p_2 = \frac{N_2 RT}{N_A \cdot M_{O_2} \cdot V}$ , где  $M_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Общее давление в сосуде:  $p = p_1 + p_2$

$$p = \frac{(N - N_1) RT}{N_A \cdot M_{N_2} \cdot V} + \frac{N_2 RT}{N_A \cdot M_{O_2} \cdot V} = \frac{(N - N_1) \cdot RT \cdot M_{O_2} + N_2 RT \cdot M_{N_2}}{N_A \cdot V \cdot M_{N_2} \cdot M_{O_2}}$$

$$p = \frac{8 \cdot 10^{25} (N - N_1) RT + 8 \cdot 10^{25} N_2 RT}{32 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{25} \cdot N_A \cdot V} = \frac{8 (N - N_1) RT + N_2 RT}{32 \cdot 10^{-3} \cdot N_A \cdot V} = \frac{31,25 RT (8(N - N_1) + N_2)}{32 N_A \cdot V} = \frac{31,25 RT (8(N - N_1) + N_2)}{N_A \cdot V}$$

Ответ:  $p = \frac{31,25 RT (8(N - N_1) + N_2)}{N_A \cdot V}$

Оценочные баллы: максимальный – 10 баллов; фактический – 8 баллов.

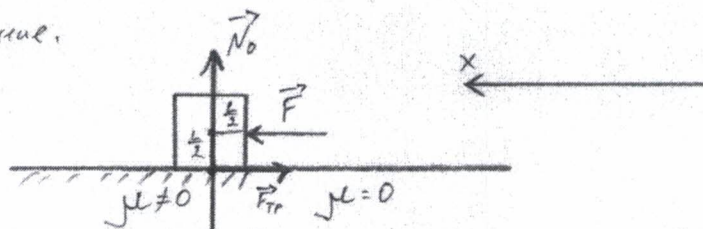
Подписи членов жюри

Стефан / Филимонова И.

Терещук / Терещенко С.И.



Дано: Решение.  
 $F, L$   
 $A = ?$



Рассмотрим моменты сил, действующие на кубик относительно оси, проходящей через центр кубика и перпендикулярной плоскости рисунка. Всею на кубик действует две силы:  $\vec{F}$  и  $\vec{F}_{тр}$ . В момент, когда кубик сдвинется с места, он движется равномерно  $\rightarrow$  сумма моментов сил, действующих на кубик, равна нулю.

$$M_F = \frac{FL}{2} ; M_{тр} = -\frac{F_{тр}L}{2} . \text{ Моменты сил должны быть равны по модулю. Приравняем их: } \frac{FL}{2} = \frac{F_{тр}L}{2} \Rightarrow F = F_{тр} = \mu N_0$$

Чтобы сдвинуть кубик на гладкую поверхность, нужно совершить работу против сил трения ( $F_{тр} = \mu N$ ).  $F_{тр} = \mu N_0$ , где  $N_0$  — сила реакции опоры шероховатой плоскости. Т.к. с течением времени кубик переключается на гладкую пов-ть, то сила реакции опоры шероховатой плоскости уменьшается и в конечный момент становится равной нулю. Чтобы нам было проще, предположим, что сила реакции опоры на всем пути одинакова и равна средней арифметической силе реакции опоры в начале ( $N_1 = N_0$ ) и в конце ( $N_2 = 0$ ):  $N = \frac{N_0 + 0}{2} = \frac{N_0}{2}$ .

Работа, которую нужно совершить, чтобы вытолкнуть кубик на гладкую пов-ть:  $A = F_{тр} \cdot L$

$$F_{тр} = \mu N = \frac{\mu N_0}{2} = \frac{F}{2} \Rightarrow A = \frac{F}{2} \cdot L = \frac{FL}{2}$$

Ответ:  $A = \frac{FL}{2}$ .

Оценочные баллы: максимальный — 10 баллов; фактический — 10 баллов.

Подписи членов жюри

Терещенко А.И.  
 Терещенко С.И.

Шифр участника

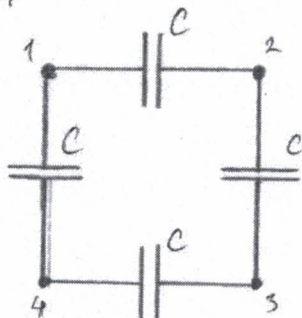
Ф 1 6 - 1 1 - 3

Задача 4 Класс 11

Лист 5 из 5

Дано: Решите,

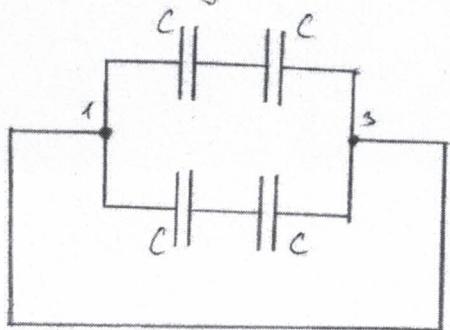
$C$   
 $C_{\min} = ?$   
 $C_{\max} = ?$



Т.к. ёмкости конденсаторов одинаковы, то ёмкость между точками 1-2; 2-3; 3-4; 1-4 одинакова и равна  $C$ .

Оставшиеся возможные соединения точек: 1-3 и 2-4. Эти соединения эквивалентны в силу симметрии контура, поэтому мы можем рассмотреть одно любое соединение из этих двух.

Рассмотрим взнашение ёмкости между точками 1-3. Начертим схему.



Рассчитаем ёмкость между точками 1-3. +  
 Понимая, что ёмкости параллельно соединённых конденсаторов складываются, а ~~еще~~ суммарная ёмкость последовательно соединённых конденсаторов вычисляется по формуле:  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

Итак, ёмкость контура:

$$C_0 = \left( \frac{C \cdot C}{C + C} \right) + \left( \frac{C \cdot C}{C + C} \right) = \frac{C^2}{2C} + \frac{C^2}{2C} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C.$$

Как мы видим, между всеми точками ёмкость одинакова и равна  $C$ :  $C_{\min} = C_{\max} = C$

Ответ:  $C_{\min} = C_{\max} = C$ .

Оценочные баллы: максимальный - 10 баллов; фактический - 2 баллов.

Подписи членов жюри

*Земля / Фименко Л.И. /*  
*Горещ / Горещенко С.И. /*