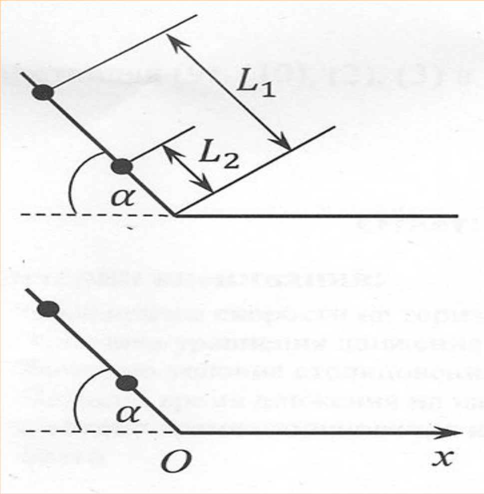
Всероссийская олимпиада школьников по физике

Разбор заданий муниципального этапа 11 класс

Материалы подготовил:
Зырянов Виктор Юрьевич,
учитель физики МБОУ «Лицей №62»,
г. Кемерово

2017 – 2018 учебный год

ЗАДАЧА 1



Две бусинки находятся на изогнутой под углом a спице на расстоянии L_1 и L_2 от места изгиба. Их одновременно отпускают с нулевой начальной скоростью. Через какое время левая бусинка догонит правую? Ускорение свободного падения g, трением пренебречь.

Решение

На наклонном участке бусинки двигаются с одинаковым ускорением

$$a = g \sin \alpha \qquad (1)$$

и поэтому левая бусинка не сможет догнать правую. На горизонтальном участке скорость левой бусинки $\upsilon_{10} = \sqrt{2 g L_1 \sin \alpha}$ (2)

больше скорости правой $\upsilon_{20} = \sqrt{2 g L_2 \sin \alpha}$ (3)

Пусть начало системы координат помещено в точку изгиба O. Тогда уравнения движения бусинок запишутся в виде $x_{10} = \upsilon_{10}(t - t_{10})$ (4)

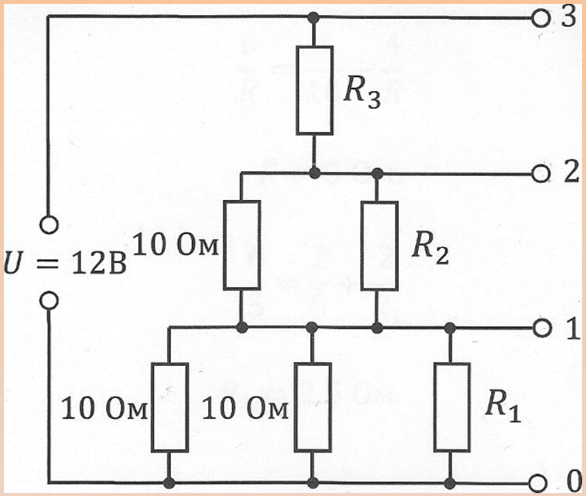
$x_{20} = \upsilon_{20}(t - t_{20})$ (5)

Найдем из (7) $t = \frac{v_{10}t_{10} - v_{20}t_{20}}{v_{10} - v_{20}}$ (8)

Время спуска бусинок

$t_{10} = \sqrt{\frac{2L_1}{g \sin\alpha}}$ (9) и $t_{20} = \sqrt{\frac{2L_2}{g \sin\alpha}}$ (10)

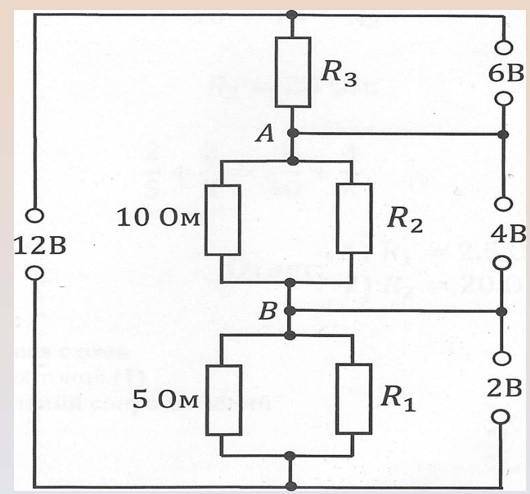
ЗАДАЧА 2

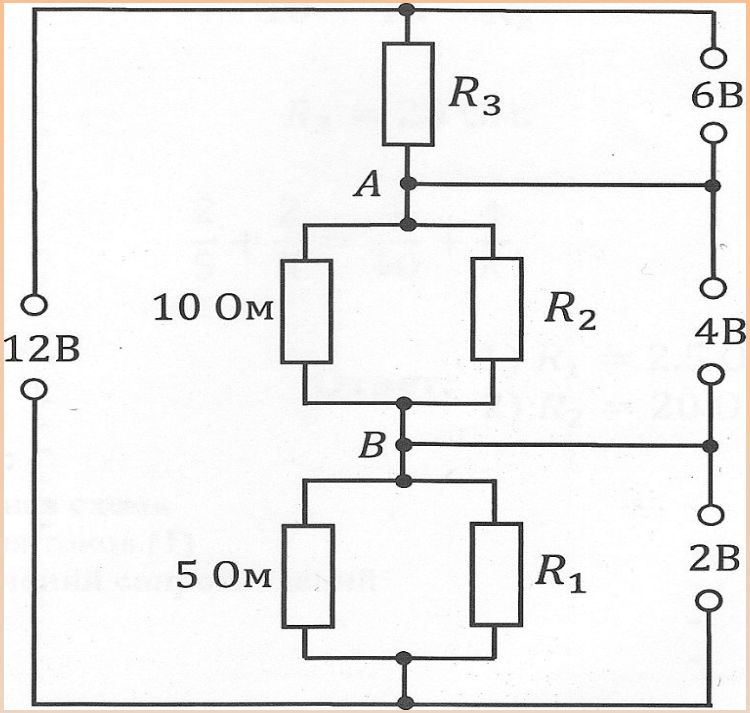


одинаковы. Найти значения всех

Решение

Нарисуем эквивалентную схему





Тогда, токи через резисторы R_1, R_2, R_3 равны

$$I_1 = \frac{2}{R_1},\ I_2 = \frac{4}{R_2},\ I_3 = \frac{6}{R_3} \qquad (1)$$

Возможны три случая:

1) $R_3 = R_2 = R-?$ $\qquad R_1-?$

2) $R_3 = R_1 = R-?$ $\qquad R_2-?$

3) $R_2 = R_1 = R-?$ $\qquad R_3-?$

Случай 1: для узла A

$$\frac{6}{R} = \frac{4}{10} + \frac{4}{R}, \qquad (2)$$

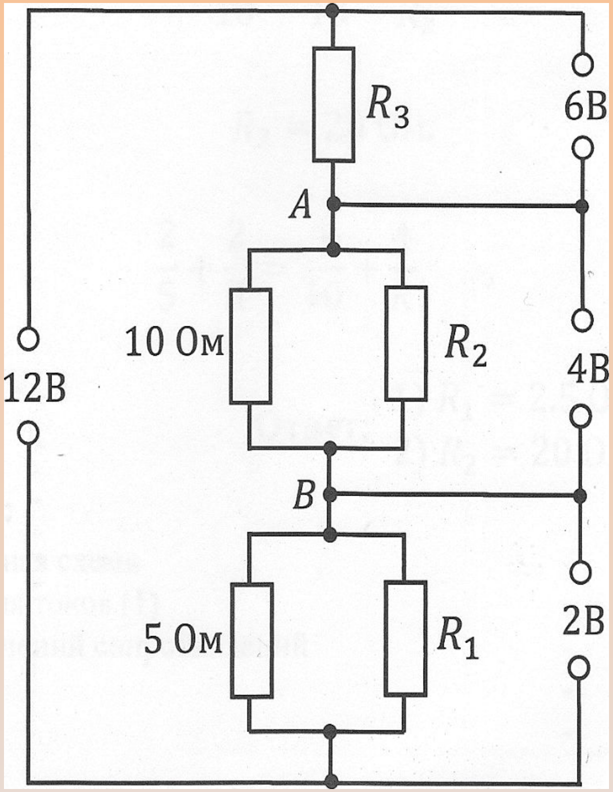
$$R = 5\ \text{Ом}. \qquad (3)$$

Для узла B

$$\frac{6}{5} = \frac{2}{5} + \frac{2}{R_1}, \qquad (4)$$

откуда

$$R_1 = 2{,}5\ \text{Ом}. \qquad (5)$$



Случай 2: для узла В ($R_3 = R_1 = R$ –?)

$$\frac{6}{R} = \frac{2}{5} + \frac{2}{R}, \qquad (6)$$

откуда

$$R=10\text{ Ом}. \qquad (7)$$

Для узла А

$$\frac{6}{10} = \frac{4}{10} + \frac{4}{R_2}, \qquad (8)$$

откуда

$$R_2 = 20\text{ Ом}. \qquad (9)$$

Случай 3: для узла В ($R_2 = R_1 = R$ –?)

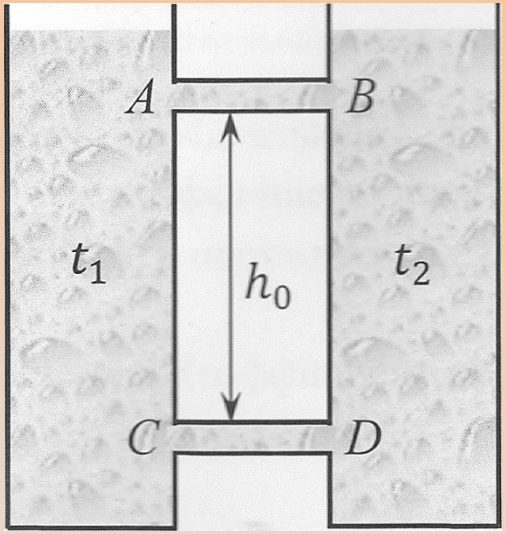
$$\frac{2}{5} + \frac{2}{R} = \frac{4}{10} + \frac{4}{R}, \qquad (10)$$

решения не существует.

Ответ:) $R_1 = 2{,}5$ Ом, $R_2 = R_3 = 5$Ом

2) $R_2 = 20$ Ом, $R_1 = R_3 = 10$ Ом

ЗАДАЧА 3



и *CD*, которые расположены на расстоянии h_0= 1м друг от друга. Температура воды в цилиндрах равна $t_1 = 100^0C$ и $t_2 = 40^0C$. Плотность воды зависит от температуры как $\rho = \rho_0[\,1\text{-}\beta(t - t_0)]$, $p_0 = 1000$ кг/м^3- плотностьводы при комнатной температуре t_0, $\beta = 2.1 \cdot 10^{-6}$ град$^{-1}$. При таких условиях между цилиндрами устанавливается циркуляция воды по трубкам. Найти разность давлений Δp_{AB} и Δp_{DC}, если масса воды, протекающей через трубки за секунду пропорциональна разности давлений.

Решение

Пусть давления в точках *A*, *B*, *C*, *D* равны , p_A, $p_в$, p_c, p_D , причем, согласно условию $p_D > p_c$ и $p_A > Pв$, что и вызывает циркуляцию воды между цилиндрами.

Давления p_D,p_B и p_c, p_A связаны между собой как

$$p_D = p_B + \rho_1 gh_0 , \qquad (1)$$

$$p_C = p_A + \rho_2 gh_0 . \qquad (2)$$

Разность давлений между точками D и C

$$\Delta p_{DC} = p_D - p_C = p_B - p_A + (\rho_2 - \rho_1) g h_0 \qquad (3)$$

или, учитывая, что $p_в — p_A = -\Delta p_{AB}$,

$$\Delta p_{DC} = -\Delta p_{AB} + (\rho_2 - \rho_1)\, g h_0 \qquad (4)$$

Так как в установившемся режиме через трубки за секунду протекает одинаковая масса воды, то

$$\Delta p_{DC} = \Delta p_{AB} \qquad (5)$$

и тогда (4) можно переписать как

$$2\Delta p_{DC} = (\rho_2 - \rho_1)\, g h_0 \qquad (6)$$

Выражая ρ_2 и ρ_1 через t_t и t_2, получим

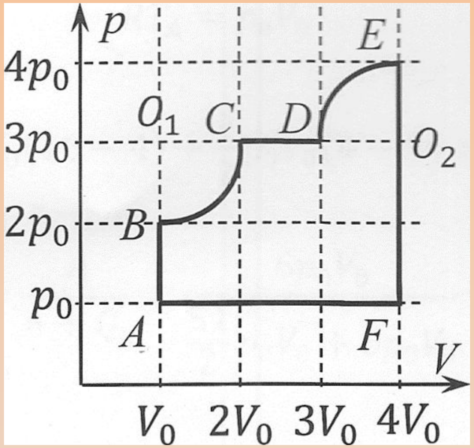
$$\Delta p_{DC} = \frac{1}{2} \rho_0 \beta (t_1 - t_2)\, g h_0 \qquad (7)$$

Подставляя данные задачи, получим для разности давлений:

$$\Delta p_{DC} = 0{,}63 \text{ Па}. \qquad (8)$$

Ответ: разность давлений равна $\Delta p_{DC} = \Delta p_{AB} = 0{,}63$ Па.

ЗАДАЧА 4



Идеальный, одноатомный газ совершает цикл, показанный на рисунке. Найти коэффициент полезного действия, если участки ***BC*** и ***DE*** представляют собой дуги окружностей с центрами в точках $\boldsymbol{0}_1$ и $\boldsymbol{0}_2$.

Решение

Коэффициент полезного действия цикла

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{п}}} \quad (1)$$

Работа равна площади цикла и тогда из рисунка следует, что

$$A = 6p_0V_0\,. \quad (2)$$

Тепло, полученное от нагревателя Q_{Π}

$$Q_{\Pi} = A + Q_x\,, \quad (3)$$

где Q_x- тепло, отданное холодильнику.

Найдем Q_x которое отбирается на участках $\boldsymbol{EF}$ и $\boldsymbol{FA}$:

1) на участке $\boldsymbol{EF}$**:**

$\boldsymbol{V = Const}$**,** процесс изохорический

$$Q_{EF} = \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R (T_E - T_F) \qquad (4)$$

2) на участке $\boldsymbol{FA}$**:**

$\boldsymbol{p = Const}$, процесс изобарический

$$Q_{FA} = p \Delta V + \Delta U = R(T_F - T_A) + \frac{3}{2} R (T_F - T_A) = \frac{5}{2} R (T_F - T_A) \qquad (5)$$

Тогда

$$Q_x = \frac{3}{2}R(T_E - T_F) + \frac{5}{2}R(T_E - T_F) \qquad (6)$$

Для одного моля газа

$$RT_E = 4p_0 4V_0 = 16p_0V_0 \qquad (7)$$

$$RT_F = 4p_0V_0 \qquad (8)$$

$$RT_A = p_0V_0 \qquad (9)$$

и, подставляя в (6), получим

$$Q_x = \frac{3}{2}p_0V_0(16-4) + \frac{5}{2}p_0V_0(4-1) = \frac{51}{2}p_0V_0 \qquad (10)$$

Коэффициент полезного действия

$$h = \frac{A}{A+Q_x} = \frac{6p_0V_0}{\frac{51}{2}p_0V_0 + 6p_0V_0} = \frac{4}{21}. \qquad (11)$$

Ответ: $\eta = \frac{4}{21}$

ЗАДАЧА 5

К легкой пружине прикрепили груз массой m, при этом равновесная длина растянутой пружины составила l_1 . После того, как от пружины отрезали четверть и прикрепили груз массой $2m$, ее равновесная длина стала l_2 . Найти коэффициент упругости пружины в первоначальном состоянии.

Решение

Пусть длина нерастянутой пружины равна l_0. Условие равновесия для первого случая запишется в виде

$$mg = k(l_1 - l_0) \qquad (1)$$

Коэффициент жесткости пружины обратно пропорционален ее длине, откуда

$$kl_0 = k' l_0' \qquad (2)$$

где l_0' длина нерастянутой пружины во втором случае. Тогда, $k' = k\frac{l_0}{l_0'} = \frac{4}{3}k$ (3)

Условие равновесия для второго случая запишется в виде

$$2mg = \frac{4}{3}k(l_2 - 3/4(l_0)) \qquad (4)$$

Исключая l_0 из (1) и (4), получаем

$$k = \frac{3mg}{4l_2 - 3l_1} \qquad (5)$$

Ответ: $k = \frac{3mg}{4l_2 - 3l_1}$

СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ!