

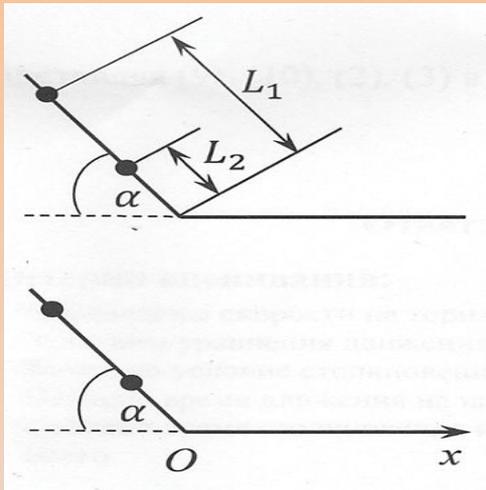
*Всероссийская олимпиада школьников
по физике*

*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 α 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 движутся с одинаковым ускорением

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

и поэтому левая бусинка не сможет догнать правую. На горизонтальном участке

$$\text{скорость левой бусинки } v_{10} = \sqrt{2gL_1 \sin \alpha} \quad (2)$$

$$\text{больше скорости правой } v_{20} = \sqrt{2gL_2 \sin \alpha} \quad (3)$$

Пусть начало системы координат помещено в точку изгиба O . Тогда уравнения

$$\text{движения бусинок запишутся в виде } x_{10} = v_{10}(t - t_{10}) \quad (4)$$

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

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

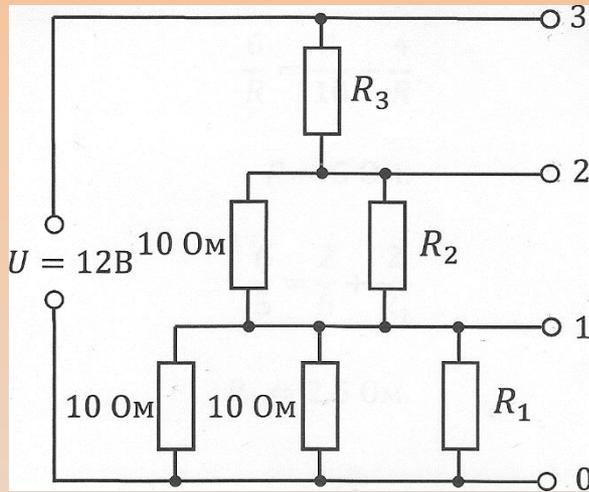
Время спуска бусинок

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

и

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

ЗАДАЧА 2

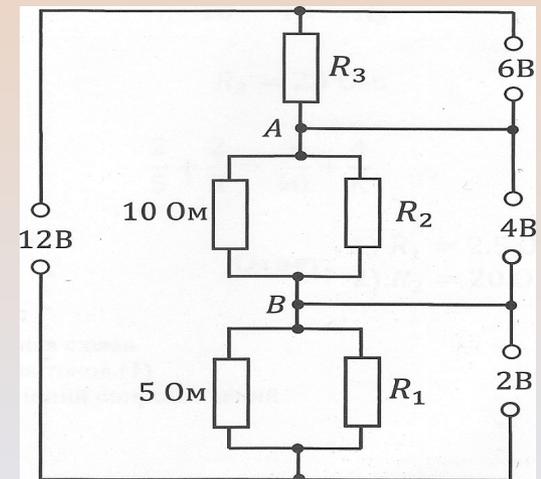


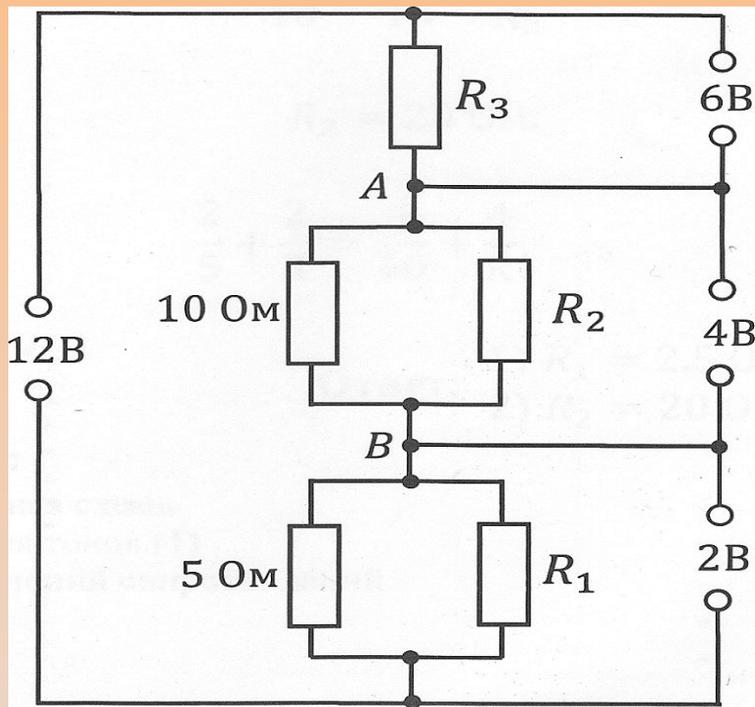
одинаковы.

Найти значения всех

Решение

Нарисуем эквивалентную схему





Тогда, токи через резисторы R_1, R_2, R_3 равны

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

Возможны три случая:

- 1) $R_3 = R_2 = R - ?$ $R_1 - ?$
- 2) $R_3 = R_1 = R - ?$ $R_2 - ?$
- 3) $R_2 = R_1 = R - ?$ $R_3 - ?$

Случай 1: для узла А

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

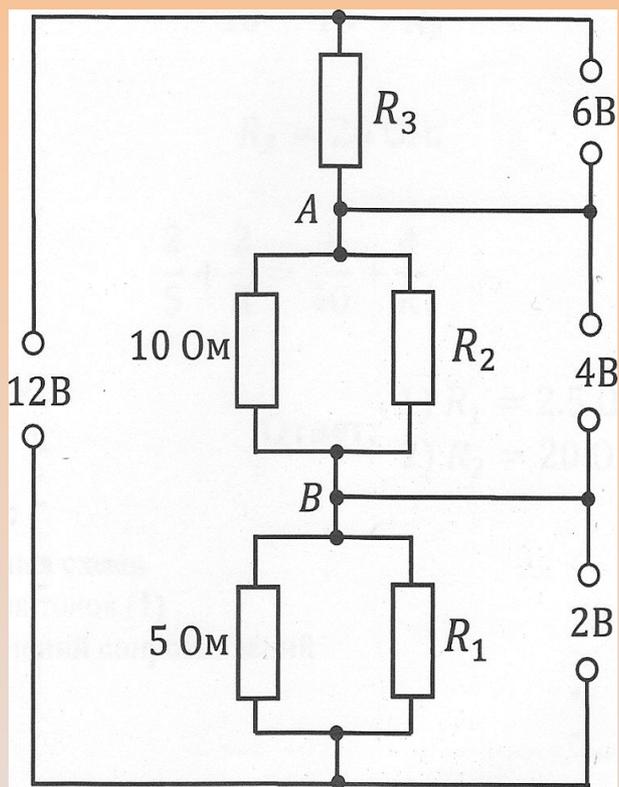
$$R = 5 \text{ Ом.} \quad (3)$$

Для узла В

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

откуда

$$R_1 = 2,5 \text{ Ом.} \quad (5)$$



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

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

откуда

$$R = 10 \text{ Ом.} \quad (7)$$

Для узла А

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

откуда

$$R_2 = 20 \text{ Ом.} \quad (9)$$

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

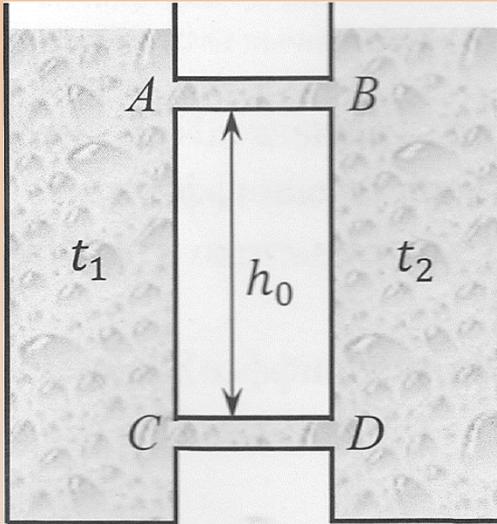
$$\frac{2}{5} + \frac{2}{R} = \frac{4}{10} + \frac{4}{R}, \quad (10)$$

решения не существует.

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

2) $R_2 = 20 \text{ Ом}, R_1 = R_3 = 10 \text{ Ом}$

ЗАДАЧА 3



и CD , которые расположены на расстоянии $h_0 = 1$ м друг от друга. Температура воды в цилиндрах равна $t_1 = 100^\circ\text{C}$ и $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Плотность воды зависит от температуры как $\rho = \rho_0 [1 - \beta(t - t_0)]$, $\rho_0 = 1000$ кг/м³ - плотность воды 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_B, p_C, p_D , причем, согласно условию $p_D > p_C$ и $p_A > p_B$, что и вызывает циркуляцию воды между цилиндрами.

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

$$p_D = p_B + \rho_1 g h_0, \quad (1)$$

$$p_C = p_A + \rho_2 g h_0. \quad (2)$$

Разность давлений между точками D и C

$$\Delta p_{DC} = p_D - p_C = p_B - p_A + (\rho_2 - \rho_1)gh_0 \quad (3)$$

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

$$\Delta p_{DC} = -\Delta p_{AB} + (\rho_2 - \rho_1)gh_0 \quad (4)$$

Так как в установившемся режиме через трубки за секунду протекает одинаковая

масса воды, то

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

и тогда (4) можно переписать как

$$2\Delta p_{DC} = (\rho_2 - \rho_1)gh_0 \quad (6)$$

Выражая ρ_2 и ρ_1 через t_1 и t_2 , получим

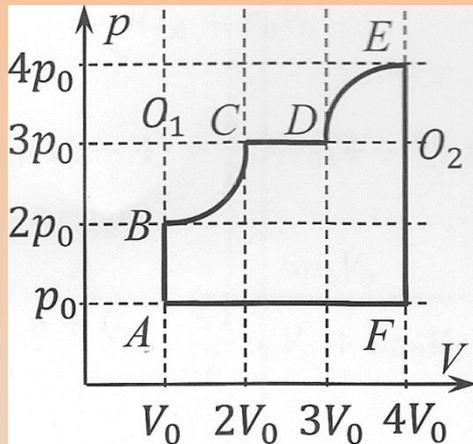
$$\Delta p_{DC} = \frac{1}{2}\rho_0\beta(t_1 - t_2)gh_0 \quad (7)$$

Подставляя данные задачи, получим для разности давлений:

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

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

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 O_1 и O_2 .

Решение

Коэффициент полезного действия цикла

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

Работа равна площади цикла и тогда из рисунка следует, что

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

Тепло, полученное от нагревателя Q_{II}

$$Q_{\text{II}} = A + Q_{\text{X}}, \quad (3)$$

где Q_{X} - тепло, отданное холодильнику.

Найдем Q_x которое отбирается на участках EF и FA :

1) на участке EF :

$V = \text{Const}$, процесс изохорический

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

2) на участке FA :

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

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

Тогда

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

Для одного моля газа

$$RT_E = 4p_0 4V_0 = 16p_0 V_0 \quad (7)$$

$$RT_F = 4p_0 V_0 \quad (8)$$

$$RT_A = p_0 V_0 \quad (9)$$

и, подставляя в (6), получим

$$Q_x = \frac{3}{2}p_0 V_0(16-4) + \frac{5}{2}p_0 V_0(4-1) = \frac{51}{2}p_0 V_0 \quad (10)$$

Коэффициент полезного действия

$$h = \frac{A}{A + Q_x} = \frac{6p_0 V_0}{\frac{51}{2}p_0 V_0 + 6p_0 V_0} = \frac{4}{21} \quad (11)$$

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

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

Коэффициент жесткости пружины обратно пропорционален ее длине, откуда

$$kl_0 = k' l'_0 \quad (2)$$

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

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

Исключая l_0 из (1) и (4), получаем

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

$$\text{Ответ: } k = \frac{3mg}{4l_2 - 3l_1}$$

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!**