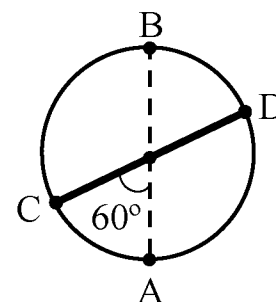


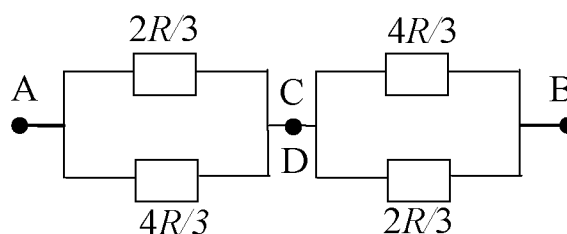
**Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
I (отборочный) этап, 2013–2014 учебный год
Физика 11 класс, вариант 1**

1. Сопротивление между точками А и В, лежащими на диаметре окружности из однородной проволоки, равно R . Каким станет это сопротивление, если точки С и D, также лежащие на диаметре окружности, соединить перемычкой с бесконечно малым сопротивлением? Угол между отрезками АВ и CD равен 60° .



Решение.

Исходное сопротивление R между точками А и В состоит из двух одинаковых параллельно соединённых сопротивлений полуокружностей АСВ и АDB. Поэтому, сопротивление каждой полуокружности равно $2R$. Поскольку проволока однородна, сопротивление дуг окружностей АС, ВD, АD и ВС равны соответственно:



$$R_{AC} = R_{BD} = 2R \cdot \frac{60^\circ}{180^\circ} = \frac{2}{3}R. \quad (2 \text{ б.})$$

$$R_{AD} = R_{BC} = 2R \cdot \frac{120^\circ}{180^\circ} = \frac{4}{3}R. \quad (2 \text{ б.})$$

После соединения точек С и D перемычкой эквивалентная электрическая схема принимает вид, изображенный на рисунке. Сопротивление между точками А и В этой схемы равно

$$R_{AB} = 2 \frac{R_{AC} \cdot R_{AD}}{R_{AC} + R_{AD}}. \quad (4 \text{ б.})$$

Подставив сюда найденные выше выражения для R_{AC} и R_{AD} , получим

ответ: $R_{AB} = \frac{8}{9}R. \quad (2 \text{ б.})$

2. Максимальная масса, которую Ворона может поднять в воздух, составляет $m_1 = 0,5$ кг. Вороне где-то бог послал кусочек сыру массой $m_2 = 0,25$ кг в то

время, когда она находилась на земле. Найдите минимальное время, через которое Ворона сможет им позавтракать, если для этого ей необходимо взгромоздиться на ель высотой $h = 15$ м. Считать, что Ворона машет крыльями в полную силу. Временем торможения пренебречь. Масса Вороны $m_3 = 0,5$ кг. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Решение:

Так как максимальная масса, которую может поднять Ворона, равна m_1 , то подъёмная сила Вороны равна:

$$F_B = m_1 g + m_3 g. \quad (1) \quad (2 \text{ б.})$$

Запишем второй закон Ньютона для Вороны, которая держит кусок сыра массой m_2 и движется вверх:

$$(m_1 + m_2) a = F_B - (m_1 + m_2) g, \quad (2) \quad (3 \text{ б.})$$

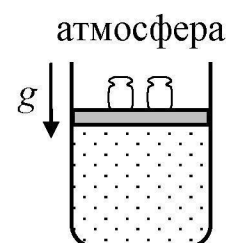
где a — ускорение Вороны с куском сыра, а g — ускорение свободного падения. Время, за которое Ворона доберётся до вершины ели, двигаясь с этим ускорением, равно:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}}. \quad (3) \quad (3 \text{ б.})$$

Подставим (1) в (2) и выразим a . Далее, подставив полученное выражение для a в (3), найдём:

ответ:
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_3 - m_2}} = 3 \text{ с.} \quad (2 \text{ б.})$$

3. Вертикальный цилиндрический сосуд закрыт поршнем, на котором лежат две одинаковые гири. Внутри и снаружи сосуда находится воздух. Если одну из гирь убрать, то объём под поршнем увеличится в 1,5 раза. Во сколько раз изменится объём под поршнем, если к двум гирям добавить ещё одну такую же? Трения нет. Температуру воздуха считать постоянной.



Решение:

В равновесии сила, действующая на поршень, равна нулю. Запишем равенство сил, действующих на поршень в случае, когда на поршне находится 1, 2 и 3 грузика соответственно:

$$P_0 S + mg = P_1 S \quad (1) \quad (1 \text{ б.})$$

$$P_0 S + 2mg = P_2 S \quad (2) \quad (1 \text{ б.})$$

$$P_0 S + 3mg = P_3 S \quad (3) \quad (1 \text{ б.})$$

Здесь P_0 — атмосферное давление, m — масса одной гири, S — площадь поршня. При изотермическом процессе произведение давления на объём остаётся постоянным:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 \quad (4) \quad (2 \text{ б.})$$

Вычитая (1) из (2) и (2) из (3), и сравнивая полученные выражения, получим:

$$P_1 - P_2 = P_2 - P_3 \quad (1 \text{ б.})$$

Разделив обе части полученного выражения на P_2 , получим:

$$\frac{P_1}{P_2} + \frac{P_3}{P_2} = 2$$

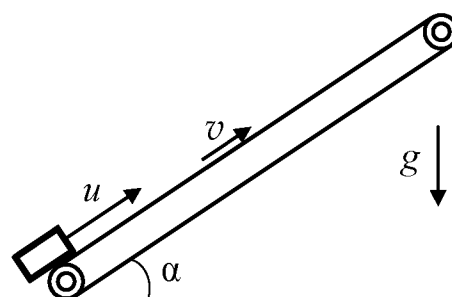
Учитывая равенство (4), можно переписать полученное выражение в виде:

$$\frac{V_2}{V_1} + \frac{V_2}{V_3} = 2 \quad (2 \text{ б.})$$

Выражая отсюда искомое отношение V_3/V_2 через данное по условию отношение V_1/V_2 , найдём

ответ:
$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{1}{2 - V_2/V_1} = \frac{3}{4}. \quad (2 \text{ б.})$$

4. Груз запустили вдоль длинного транспортёра со скоростью u . На какую максимальную высоту H груз поднимется, если угол между лентой транспортёра и горизонталью равен α , коэффициент трения μ ($\mu < \operatorname{tg}\alpha$)? Известно, что скорость ленты $v < u$.



Решение:

Вначале сила трения, равная $F_{\text{тр}} = mN = \mu mg \cos \alpha$, направлена против движения транспортера. При этом ускорение тела равно

$$a_1 = g(-\sin \alpha - \mu \cos \alpha) < 0. \quad (2 \text{ б.})$$

После того, как скорость тела уменьшится до скорости транспортера v , сила трения изменит знак. Ускорение станет равным

$$a_2 = g(-\sin\alpha + \mu\cos\alpha) < 0. \quad (2 \text{ б.})$$

По законам равноускоренного движения тело на первом этапе движения пройдет путь

$$L_1 = \frac{u^2 - v^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}, \quad (2 \text{ б.})$$

а на втором

$$L_2 = \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}. \quad (2 \text{ б.})$$

Ответ:
$$H = (L_1 + L_2)\sin\alpha = \frac{1}{2g} \left[\frac{u^2 - v^2}{1 + \mu\operatorname{ctg}\alpha} + \frac{v^2}{1 - \mu\operatorname{ctg}\alpha} \right]. \quad (2 \text{ б.})$$