

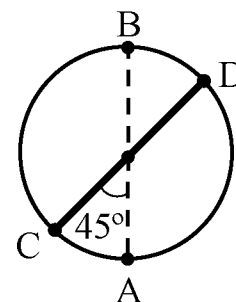
Открытая межвузовская олимпиада школьников

СФО «Будущее Сибири»

I (отборочный) этап, 2013–2014 учебный год

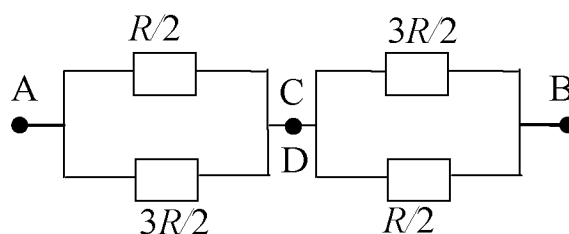
Физика 10 класс, вариант 1

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 45° .



Решение.

Исходное сопротивление R между точками А и В состоит из двух одинаковых параллельно соединённых сопротивлений полуокружностей ACB и ADB. Поэтому, сопротивление каждой полуокружности равно $2R$. Поскольку проволока однородна, сопротивление дуг окружностей AC, BD, AD и BC равны соответственно:



$$R_{AC} = R_{BD} = 2R \cdot \frac{45^\circ}{180^\circ} = \frac{1}{2}R. \quad (2 \text{ б.})$$

$$R_{AD} = R_{BC} = 2R \cdot \frac{135^\circ}{180^\circ} = \frac{3}{2}R. \quad (2 \text{ б.})$$

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:
$$R_{AB} = \frac{3}{4}R. \quad (2 \text{ б.})$$

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:

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

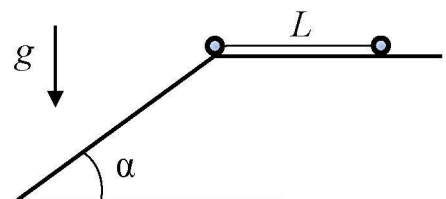
где a — ускорение Вороны с куском сыра, а g — ускорение свободного падения. Время, за которое Ворона доберётся до вершины ели, двигаясь с этим ускорением, равно:

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

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. Две бусинки связаны нерастяжимой ниткой длины L . Вначале нить натянута, правая бусинка лежит на горизонтальной поверхности, а левая — на самой границе между горизонтальной и длинной наклонной поверхностями. Угол между горизонтальной и наклонной поверхностью равен α . Когда связку бусинок отпускают, она приходит в движение. Через какое время после этого правая бусинка соскользнёт с горизонтальной поверхности? Ускорение свободного падения равно g . Трением пренебречь.



Решение. Пусть T — сила натяжения нити. Тогда для левой бусинки

$$ma = mg \sin \alpha - T, \quad (2 \text{ б.})$$

и правой

$$ma = T, \quad (2 \text{ б.})$$

откуда

$$a = (g/2)\sin\alpha. \quad (2 \text{ б.})$$

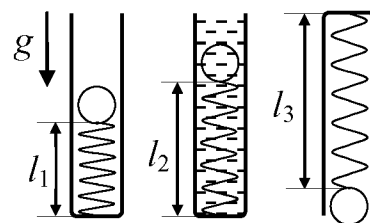
Правая бусинка пройдет путь L :

$$\frac{at^2}{2} = L. \quad (2 \text{ б.})$$

Ответ:

$$t = 2\sqrt{\frac{L}{g\sin\alpha}}. \quad (2 \text{ б.})$$

4. Один конец пружины прикрепили ко дну вертикальной стеклянной колбы, а на другой конец прикрепили шарик. Длина пружины оказалась равной l_1 . Затем в колбу налили жидкость так, что шарик оказался полностью погружён. Длина пружины при этом стала равной l_2 . Наконец, жидкость вылили, перевернув колбу. В новом положении равновесия длина пружины составила l_3 . Определите плотность материала шарика, если плотность жидкости равна ρ_0 .



Решение:

Сила натяжения пружины в случаях 1 и 2 отличается на силу Архимеда, равную $\rho_0 Vg$, где V — объём шарика. С учётом закона Гука это означает, что:

$$k(l_2 - l_1) = \rho_0 Vg, \quad (1) \quad (4 \text{ б.})$$

где k — жёсткость пружины.

В случаях 1 и 3 силы натяжения пружины отличаются на удвоенный вес шарика, равный ρVg :

$$k(l_3 - l_1) = 2\rho Vg. \quad (2) \quad (4 \text{ б.})$$

Разделив (2) на (1), получим

ответ:

$$\rho = \frac{1}{2} \frac{l_3 - l_1}{l_2 - l_1} \rho_0. \quad (2 \text{ б.})$$