


Утверждаю:
Председатель методической
комиссии по профилю «Техника
и технологии»

 С.В. Мухин
«28»  2022 г.

ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2022-2023 УЧ. ГОД
Заключительный этап
9-10 классы

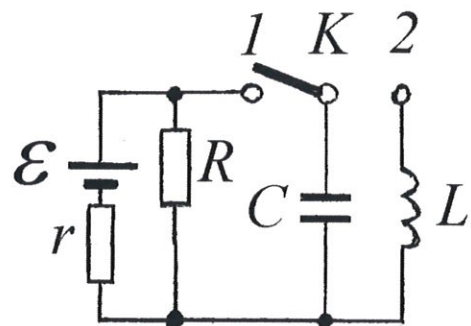
1 вариант

Задание №1

Маленький шарик висит на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 1$ м. Шарик отводят в сторону до тех пор, пока угол между нитью и первоначальным положением нити не станет равным 50 градусов. После этого шарик сообщают начальный импульс, в результате чего шарик начинает вращаться по круговой орбите в горизонтальной плоскости. Найти величину мгновенной скорости шарика. Скорость выразить в м/с и округлить до целого числа. Считать, что $g = 10$ м/с², а число «пи» равно $3,14$.

Задание №2

Аккумулятор с электродвижущей силой $\varepsilon = 60$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом с помощью сопротивления $R = 10$ Ом подключается к конденсатору $C = 100$ мкФ (при этом ключ K находится в положении 1). Через некоторое время ключ K переключается из положения 1 в положение 2. Найти максимальное значение силы тока I_m в катушке индуктивности ($L = 2,5$ мГн).



Ответ выразить в амперах и округлить до целого числа.

Задание №3

Температура в лаборатории 27 градусов Цельсия. В теплоизолирующую колбу налили чуть больше половины объёма воды (при решении считать, что ровно половина) при температуре 50 градусов Цельсия. Затем колбу заткнули пробкой с дырочкой посередине (уровень воды в колбе чуть выше дырочки), встряхнули и положили горизонтально. Найти скорость струи воды, вытекающей из бутылки. Ответ выразить в м/с и округлить до целого числа. Плотность воды 1000 кг/м^3 , атмосферное давление в лаборатории 100000 Па . Считать, что после закрывания пробкой и встряхивания воздух в колбе нагрелся до 50 градусов Цельсия.

Задание №4

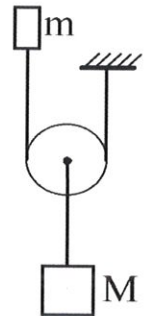
Два металлических шарика с радиусами $R_1 = 10 \text{ см}$ и $R_2 = 20 \text{ см}$ находятся на большом расстоянии друг от друга в вакууме и имеют одинаковые заряды по 30 нКл каждый. Их соединяют длинным тонким проводником. Определить величину перетекшего по проводнику заряда.

Ответ выразить в нКл и округлить до целого числа.

Задание №5

Подвижный невесомый блок на рисунке связан с двумя грузиками массами $m = 1 \text{ кг}$ и $M = 6 \text{ кг}$. Грузик массы m вначале придерживается. Найти ускорение блока после того, как система придёт в движение. Ускорение свободного падения равно $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ускорение выразить в м/с^2 и округлить до целого числа.



Задание №6



Маленький шарик висит на нити. Нить считать невесомой, нерастяжимой и достаточно гибкой. Какую начальную горизонтальную скорость необходимо придать шарика (размер шарика много меньше длины нити) на нити длиной $L = 1 \text{ м}$, чтобы в процессе движения он ударился точно о точку подвеса (ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, трением шарика о воздух пренебречь)?

Ответ выразить в м/с и округлить до целого числа.



Утверждаю:

Председатель методической
комиссии по профилю «Техника
и технологии»

 С.В. Мухин
«28»  2022 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2022-2023 УЧ. ГОД
Заключительный этап
9-10 классы**

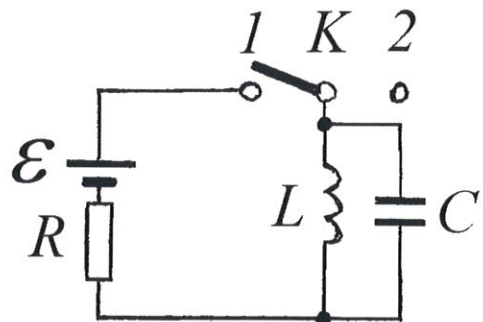
2 вариант

Задание №1

Маленький шарик висит на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 90$ см. Шарик отводят в сторону до тех пор, пока угол между нитью и первоначальным положением нити не станет равным 70 градусов. После этого шарик сообщают начальный импульс, в результате чего шарик начинает вращаться по круговой орбите в горизонтальной плоскости. Найти период обращения шарика по орбите. Ответ выразить в секундах и округлить до целого числа. Считать, что $g = 10$ м/с², а число «пи» равно $3,14$.

Задание №2

Аккумулятор с электродвижущей силой $\varepsilon = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 0$ Ом с помощью внешнего сопротивления $R = 6$ Ом подключается к индуктивности $L = 10$ мГн (при этом ключ K находится в положении 1). Через некоторое время ключ K переключается из положения 1 в положение 2. Найти максимальное значение напряжения на конденсаторе $C = 100$ мкФ.



Ответ выразить в вольтах и округлить до целого числа.

Задание №3

Температура в лаборатории 22 градуса Цельсия. В теплоизолирующую колбу налили чуть больше половины объёма воды (при решении считать, что ровно половина) при температуре 37 градусов Цельсия. Затем колбу заткнули пробкой с дырочкой посередине (уровень воды в колбе чуть выше дырочки), встряхнули и положили горизонтально. Найти скорость струи воды, вытекающей из бутылки. Ответ выразить в м/с и округлить до целого числа. Плотность воды 1000 кг/м^3 , атмосферное давление в лаборатории 100000 Па . Считать, что после закрывания пробкой и встряхивания воздух в колбе нагрелся до 37 градусов Цельсия.

Задание №4

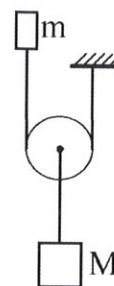
Два металлических шарика с радиусами $R_1 = 20 \text{ см}$ и $R_2 = 40 \text{ см}$ находятся на большом расстоянии друг от друга в вакууме и имеют одинаковые заряды по 24 нКл каждый. Их соединяют длинным тонким проводником. Определить величину перетекшего по проводнику заряда.

Ответ выразить в нКл и округлить до целого числа

Задание №5

Подвижный невесомый блок на рисунке связан с двумя грузиками массами $m = 1 \text{ кг}$ и $M = 6 \text{ кг}$. Грузик массы m вначале придерживается. Найти натяжение нити груза массой m после того, как система придёт в движение. Ускорение свободного падения равно $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Натяжение нити выразить в Н и округлить до целого числа.



Задание №6

Маленький шарик массой 200 г висит на нити. Нить можно считать невесомой, нерастяжимой и достаточно гибкой. Какой начальный импульс в горизонтальном направлении необходимо сообщить шарика (размер шарика много меньше длины нити) на нити длиной $L = 1 \text{ м}$, чтобы в процессе движения он ударился точно о точку подвеса (ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, трением шарика о воздух пренебречь)?



Ответ выразить в $\text{кг}\cdot\text{м/с}$ и округлить до целого числа.

ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2022-2023 УЧ. ГОД

Краткие решения к заданиям очного тура
9-10 классы

Вариант 1

Задание №1

Дано: $l = 1$ м ($l = const$); $\alpha = 50$ градусов; $g = 10$ м/с²; $\pi = 3,14$

Найти: v

Перевод исходных данных в СИ: $\alpha = 50$ градусов $= 5 \cdot \frac{\pi}{18}$ рад

Решение: Из рисунка видно, что величина центростремительного ускорения шарика равна:

$$F_{ц} = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Радиус орбиты, по которой вращается шарик, равен:

$$r = l \cdot \sin \alpha.$$

$$F_{ц} = m \cdot a_{ц} = m \cdot \frac{v^2}{r},$$

$$\text{поэтому } m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

разделив обе части равенства на m получим:

$$\frac{v^2}{l \cdot \sin \alpha} = g \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ откуда}$$

$$v^2 = l \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Величина скорости шарика равна

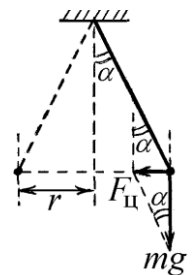
$$v = (l \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha)^{\frac{1}{2}}, \text{ т.к. } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \text{ то}$$

$$v = \sin \alpha \cdot \left(\frac{l \cdot g}{\cos \alpha} \right)^{\frac{1}{2}}$$

подставляем в полученную формулу исходные данные:

$$v = \sin \alpha \cdot \left(\frac{l \cdot g}{\cos \alpha} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,766 \cdot (1 \cdot 10 / 0,643)^{\frac{1}{2}} = 3,02 \text{ (м/с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $v = 3$ м/с.



Ответ: $v = 3$ м/с

Задание №2

Дано: $\varepsilon = 60$ В; $r = 2$ Ом; $R = 10$ Ом; $C = 100$ мкФ; $L = 2,5$ мГн

Найти: I_m

Перевод исходных данных в СИ: $C = 100$ мкФ = 10^{-4} Ф; $L = 2,5$ мГн = $2,5 \cdot 10^{-3}$ Гн

Решение: Когда ключ K находится в положении 1, то сила тока в цепи равна:

$$I = \varepsilon / (r + R) = 60 / (2 + 10) = 5 \text{ (А)}.$$

Вычислим напряжение на сопротивлении

$$U_R = I \cdot R = 5 \cdot 10 = 50 \text{ (В)},$$

оно равно напряжению на конденсаторе U_C . После переключения ключа K в положение 2 в колебательном контуре LC начнутся электромагнитные колебания. По закону сохранения энергии максимальная электрическая энергия равна максимальной магнитной энергии

$$W_{\text{электрическая}} = W_{\text{магнитная}}, \text{ т.е. } C \cdot \frac{U_c^2}{2} = L \cdot \frac{I_m^2}{2}, \text{ таким образом}$$

$$C \cdot U_c^2 = L \cdot I_m^2, \text{ поэтому}$$

$$I_m = U_c \cdot \left(\frac{C}{L}\right)^{\frac{1}{2}}$$

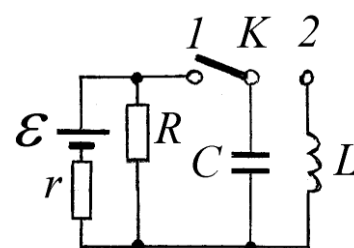
подставляем в полученную формулу цифровые данные:

$$I_m = U_c \cdot \left(\frac{C}{L}\right)^{\frac{1}{2}} = 50 \cdot \left(\frac{10^{-4}}{2,5} \cdot 10^{-3}\right)^{1/2} = 10 \text{ (А)}.$$

Представить полученный результат необходимо в виде целого числа, поэтому

$$I_m = 10 \text{ А}.$$

Ответ: $I_m = 10$ А



Задание №3

Дано: $t_1 = 27$ градусов Цельсия; $t_2 = 50$ градусов Цельсия; $p_1 = 100000$ Па;

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Найти: v

Перевод исходных данных в СИ: $t_1 = 27$ градусов Цельсия = 300 К; $t_2 = 50$ градусов Цельсия = 323 К

Решение: Т.к. $\Delta p = \rho \cdot \frac{v^2}{2}$, то $v = \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$.

Уравнение Менделеева-Клапейрона имеет вид:

$$p \cdot V = \left(\frac{m}{\mu}\right) \cdot R \cdot T.$$

Объем, масса и молярная масса в данной задаче остаются постоянными, поэтому

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \text{ и}$$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 100000 \cdot \frac{323}{300} = 107667 \text{ (Па)}. \Delta p = p_2 - p_1 = 107667 - 100000 = 7667$$

(Па).

Таким образом:

$$v = \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(2 \cdot \frac{7667}{1000}\right)^{\frac{1}{2}} = 3,92 \text{ (м/с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $v = 4$ м/с.

Ответ: $v = 4$ м/с

Задание №4

Дано: $R_1 = 10$ см; $R_2 = 20$ см; $q_1 = q_2 = q = 30$ нКл.

Найти: Δq .

Перевод исходных данных в СИ: $R_1 = 10$ см = 0,1 м; $R_2 = 20$ см = 0,2 м;

$$q_1 = q_2 = 30 \text{ нКл} = 30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

Решение: Потенциалы шариков до соединения:

$$\varphi_1 = k \cdot \frac{q}{R_1} \text{ и } \varphi_2 = k \cdot \frac{q}{R_2}, \text{ т.к. } R_1 < R_2, \text{ то } \varphi_1 > \varphi_2$$

и после соединения шариков длинным тонким проводником ток потечет от шарика 1 к шару 2, а реальные заряды, т.е. электроны, будут двигаться от шарика 2 к шару 1. Пусть q_1° - заряд 1-го шарика после соединения, а q_2° - заряд 2-го шарика после соединения. По закону сохранения заряда

$$q_1^\circ + q_2^\circ = 2 \cdot q,$$

$$\text{поэтому } q_2^\circ = 2q - q_1^\circ.$$

$$\text{Т.к. } \varphi_1^\circ = \varphi_2^\circ, \text{ то}$$

$$k \cdot \frac{q_1^\circ}{R_1} = k \cdot \left(\frac{2 \cdot q - q_1^\circ}{R_2} \right),$$

$$\text{откуда } q_1^\circ = 2 \cdot q \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Поэтому

$$\Delta q = q_1 - q_1^\circ = q - 2 \cdot q \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = q \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1}.$$

Подставим численные значения:

$$\Delta q = 30 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{0,2 - 0,1}{0,2 + 0,1} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ (Кл)} = 10 \text{ (нКл)}.$$

Ответ: $\Delta q = 10$ нКл.

Задание №5

Дано: $m = 1$ кг, $M = 6$ кг, $g = 10$ м/с².

Найти: a .

Перевод исходных данных в СИ: все исходные данные уже в СИ.

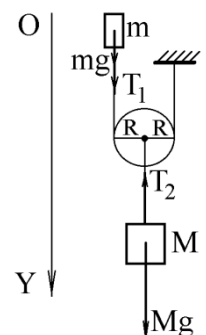
Решение: Пусть ось ОУ направлена вертикально вниз. По второму закону Ньютона для грузика m :

$$m \cdot g + T_1 = m \cdot a_1.$$

Для груза M :

$$M \cdot g - T_2 = M \cdot a_2.$$

Пусть радиус невесомого блока равен R и ускорение блока (и груза M) равно a . Тогда



$$a_2 = a \text{ и } a_1 = 2 \cdot a. \text{ Пусть } T_1 = T, \text{ тогда } T_2 = 2 \cdot T.$$

С учетом вышеизложенного уравнения для грузов примут вид:

$$m \cdot g + T = m \cdot 2 \cdot a \text{ и } M \cdot g - 2 \cdot T = M \cdot a.$$

Из первого уравнения найдем:

$$T = m \cdot 2 \cdot a - m \cdot g$$

и подставим это выражение во второе уравнение

$$M \cdot g - 2 \cdot (m \cdot 2 \cdot a - m \cdot g) = M \cdot a, \text{ т.е. } a = g \cdot \frac{M + 2 \cdot m}{M + 4 \cdot m}.$$

Подставив полученное значение для a в первое уравнение, найдем

$$\text{выражение для натяжения нити } T = \frac{g \cdot M \cdot m}{M + 4 \cdot m}.$$

Подставляем в полученную формулу для a исходные данные

$$a = g \cdot \frac{M + 2 \cdot m}{M + 4 \cdot m} = 10 \cdot \frac{6 + 2 \cdot 1}{6 + 4 \cdot 1} = 8 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: $a = 8 \text{ м/с}^2$.

Задание №6

Дано: $L = 1 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2$.

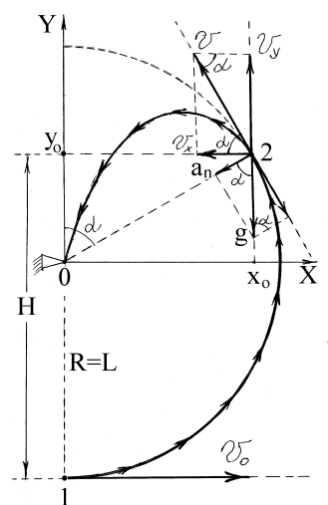
Найти: v_0 .

Перевод исходных данных в СИ: все исходные данные уже в СИ.

Решение: Точка 1 – это начало траектории движения. Точка 2 – это конец движения по окружности и начало движения по параболе. $L = R$ – это радиус траектории движения в начале движения. O – точка подвеса и начало осей OX и OY . x_0 – координата по оси OX точки 2, y_0 – координата по оси OY точки 2. Пусть в точке 2 величина скорости равна v , т.к. после точки 2 ускорение постоянное, то:

$$x = x_0 + v_0 x \cdot t + ax \cdot \frac{t_2}{2} \text{ и } y = y_0 + v_0 y \cdot t + ay \cdot \frac{t_2}{2};$$

где $x_0 = R \cdot \sin a$, где



$$y_0 = R \cdot \cos a, v_{0x} = -v \cdot \cos a, v_{0y} = v \cdot \sin a.$$

Т.е. $x = R \cdot \sin a - v \cdot \cos a \cdot t$ и $y = R \cdot \cos a + v \cdot \sin a \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2}$.

В точке подвеса $x = 0$ и $y = 0$. Т.е. $0 = R \cdot \sin a - v \cdot \cos a \cdot t$ и

$$0 = R \cdot \cos a + v \cdot \sin a \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2},$$

$$\text{поэтому } t = R \cdot \frac{\sin a}{v \cdot \cos a} \text{ и}$$

$$0 = R \cdot v \cdot \cos a + v \cdot \sin a \cdot R \cdot \frac{\sin a}{v \cdot \cos a} - g \cdot \frac{[R \cdot \frac{\sin a}{v \cdot \cos a}]^2}{2}.$$

В точке 2: $a_n = \frac{v_2}{R}$ и $a_n = g \cdot \cos a$, т.е.

$$\frac{v_2}{R} = g \cdot \cos a$$

или

$$v_2 = g \cdot R \cdot \cos a.$$

Т.е. по оси ОУ:

$$0 = R \cdot \cos a + R \cdot \frac{\sin^2 a}{\cos a} - g \cdot R \cdot \frac{\sin^2 a}{[2 \cdot g \cdot R \cdot \cos a \cdot \cos^2 a]} \sin^2 a$$

или

$$0 = R \cdot \cos a + R \cdot \frac{\sin^2 a}{\cos a} - R \cdot \frac{\sin^2 a}{[2 \cdot g \cdot R \cdot \cos a \cdot \cos^2 a]}.$$

Таким образом:

$$0 = 2 \cdot \cos^4 a + \sin^2 a \cdot 2 \cdot \cos^2 a - \sin^2 a$$

Или

$$0 = 2 \cdot \cos^4 a + \sin^2 a \cdot (2 \cdot \cos^2 a - 1).$$

$$\text{Т.к. } \sin^2 a + \cos^2 a = 1,$$

$$\text{то } \sin^2 a = 1 - \cos^2 a,$$

поэтому

$$0 = 2 \cdot \cos^4 a + (1 - \cos^2 a) \cdot (2 \cdot \cos^2 a - 1).$$

Если заменим $\cos^2 a$ на z , то получим:

$$0 = 2 \cdot z^2 + (1 - z)(2 \cdot z - 1)$$

Или

$$0 = 3 \cdot z - 1, \text{ т.е. } z = \frac{1}{3}$$

Или

$$\cos^2 a = \frac{1}{3}, \text{ т.е. } \cos a = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Пусть масса материальной точки равна m . В точке 2 сумма кинетической и потенциальной энергий материальной точки равна кинетической энергии в точке 1:

$$m \cdot \frac{v_0^2}{2} = m \cdot g \cdot H + m \cdot \frac{v_2^2}{2}, \text{ т.е.}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = g \cdot (R + R \cdot \cos a) + \frac{v_2^2}{2}$$

или

$$\begin{aligned} v_0^2 &= 2 \cdot g \cdot R \cdot (1 + \cos a) + v_2^2 = 2 \cdot g \cdot R \cdot (1 + \cos a) + g \cdot R \cdot \cos a = \\ &= g \cdot R \cdot (3 \cdot \cos a + 2). \end{aligned}$$

$$\text{Т.е. } v_0 = [g \cdot R \cdot (3 \cdot \cos a + 2)]^{\frac{1}{2}}.$$

Подставим численные значения:

$$v_0 = [10 \cdot 1 \cdot (\frac{3 \cdot 3^{\frac{1}{2}}}{3} + 2)]^{\frac{1}{2}} = 6,1 \text{ (м/с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $v_0 = 6 \text{ м/с}$.

Ответ: $v_0 = 6 \text{ м/с}$.

ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2022-2023 УЧ. ГОД

Краткие решения к заданиям очного тура
9-10 классы

Вариант 2

Задание №1

Дано: $l = 90$ см ($l = const$); $\alpha = 70$ градусов; $g = 10$ м/с²; $\pi = 3,14$.

Найти: T

Перевод исходных данных в СИ: $l = 90$ см = 0,9 м; $\alpha = 70$ градусов = $7 \cdot \frac{\pi}{18}$ рад

Решение: Из рисунка видно, что величина центростремительного ускорения шарика равно:

$$F_{ц} = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Радиус орбиты, по которой вращается шарик, равен:

$$r = l \cdot \sin \alpha.$$

$$F_{ц} = m \cdot a_{ц} = m \cdot \frac{v^2}{r},$$

$$\text{поэтому } m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

разделив обе части равенства на m получим:

$$\frac{v^2}{l \cdot \sin \alpha} = g \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\text{откуда } v^2 = l \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

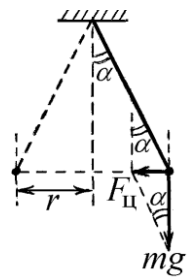
Величина скорости шарика равна $v = (l \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha)^{\frac{1}{2}}$,

$$\text{т.к. } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \text{ то } v = \sin \alpha \cdot \left(\frac{l \cdot g}{\cos \alpha} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Длина окружности по которой вращается шарик равна:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot l \cdot \sin \alpha.$$

Период вращения шарика по окружности равен:



$$T = \frac{L}{v} = 2 \cdot \pi \cdot l \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cdot \left(\frac{l \cdot g}{\cos \alpha}\right)^{\frac{1}{2}}} = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{l \cdot \cos \alpha}{g}\right)^{\frac{1}{2}}$$

подставляем в полученную формулу исходные данные:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{l \cdot \cos \alpha}{g}\right)^{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \left(0,9 \cdot \frac{0,342}{10}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,10 \text{ (с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $T = 1 \text{ с}$.

Ответ: 1 с

Задание №2

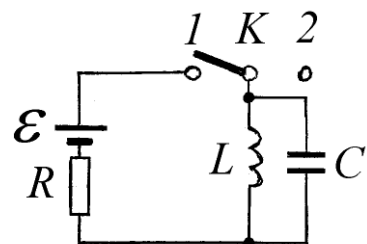
Дано: $\varepsilon = 12 \text{ В}$; $r = 0 \text{ Ом}$; $R = 6 \text{ Ом}$; $C = 100 \text{ мкФ}$; $L = 10 \text{ мГн}$

Найти: U_C

Перевод исходных данных в СИ: $C = 100 \text{ мкФ} = 10^{-4} \text{ Ф}$; $L = 10 \text{ мГн} = 10^{-2} \text{ Гн}$

Решение: Когда ключ K находится в положении 1, то сила тока в цепи равна:

$$I = \varepsilon / R = 12 / 6 = 2 \text{ (А)}$$



После переключения ключа K в положение 2 в

колебательном контуре LC начнутся электромагнитные колебания. По закону сохранения энергии максимальная электрическая энергия равна максимальной магнитной энергии

$$W_{\text{электрическая}} = W_{\text{магнитная}}, \text{ т.е. } C \cdot \frac{U_c^2}{2} = L \cdot \frac{I^2}{2},$$

таким образом $C \cdot U_c^2 = L \cdot I^2$, поэтому

$$U_c = I \cdot (L/C)^{\frac{1}{2}}$$

подставляем в полученную формулу цифровые данные

$$U_c = I \cdot \left(\frac{L}{C}\right)^{\frac{1}{2}} = 2 \cdot \left(\frac{10^{-2}}{10^{-4}}\right)^{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ (В)}$$

Полученный результат необходимо представить в виде целого числа, поэтому $U_C = 20 \text{ В}$.

Ответ: $U_C = 20 \text{ В}$

Задание №3

Дано: $t_1 = 22$ градуса Цельсия; $t_2 = 37$ градусов Цельсия; $p_1 = 100000$ Па;

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Найти: v

Перевод исходных данных в СИ: $t_1 = 22$ градуса Цельсия = 295 К; $t_2 = 37$ градусов Цельсия = 310 К

Решение:

$$\text{Т.к. } \Delta p = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \text{ то } v = \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона имеет вид:

$$p \cdot V = \left(\frac{m}{\mu}\right) \cdot R \cdot T.$$

Объем, масса и молярная масса в данной задаче остаются постоянными, поэтому

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

и

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 100000 \cdot \frac{310}{295} = 105080 \text{ (Па)}.$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 105080 - 100000 = 5080 \text{ (Па)}.$$

Таким образом:

$$v = \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(2 \cdot \frac{5080}{1000}\right)^{1/2} = 3,19 \text{ (м/с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $v = 3$ м/с.

Ответ: $v = 3$ м/с

Задание №4

Дано: $R_1 = 20$ см; $R_2 = 40$ см; $q_1 = q_2 = q = 24$ нКл.

Найти: Δq .

Перевод исходных данных в СИ: $R_1 = 20$ см = 0,2 м; $R_2 = 40$ см = 0,4 м;

$$q_1 = q_2 = 24 \text{ нКл} = 24 \cdot 10^{-9} \text{ Кл.}$$

Решение: Потенциалы шариков до соединения:

$$\varphi_1 = k \cdot q/R_1 \text{ и } \varphi_2 = k \cdot q/R_2,$$

$$\text{т.к. } R_1 < R_2, \text{ то } \varphi_1 > \varphi_2$$

и после соединения шариков длинным тонким проводником ток потечет от шарика 1 к шару 2, а реальные заряды, т.е. электроны, будут двигаться от шарика 2 к шару 1. Пусть q_1° - заряд 1-го шарика после соединения, а q_2° - заряд 2-го шарика после соединения. По закону сохранения заряда:

$$q_1^\circ + q_2^\circ = 2 \cdot q,$$

$$\text{поэтому } q_2^\circ = 2 \cdot q - q_1^\circ.$$

$$\text{Т.к. } \varphi_1^\circ = \varphi_2^\circ, \text{ то } k \cdot q_1^\circ/R_1 = k \cdot \frac{2 \cdot q - q_1^\circ}{R_2},$$

$$\text{откуда } q_1^\circ = 2 \cdot q \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

$$\text{Поэтому } \Delta q = q_1 - q_1^\circ = q - 2 \cdot q \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = q \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1}.$$

Подставим численные значения:

$$\Delta q = 24 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{0,4 - 0,2}{0,4 + 0,21} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ (Кл)} = 8 \text{ (нКл)}.$$

Ответ: $\Delta q = 8 \text{ нКл}$.

Задание №5

Дано: $m = 1$ кг, $M = 6$ кг, $g = 10$ м/с².

Найти: T .

Перевод исходных данных в СИ: все исходные данные уже в СИ.

Решение: Пусть ось OY направлена вертикально вниз. По второму закону Ньютона для грузика m :

$$m \cdot g + T_1 = m \cdot a_1.$$

Для груза M :

$$M \cdot g - T_2 = M \cdot a_2.$$

Пусть радиус невесомого блока равен R и ускорение блока (и груза M) равно a .

Тогда $a_2 = a$ и $a_1 = 2 \cdot a$.

Пусть $T_1 = T$,

тогда $T_2 = 2 \cdot T$.

С учетом вышеизложенного уравнения для грузов примут вид:

$$m \cdot g + T = m \cdot 2 \cdot a \text{ и } M \cdot g - 2 \cdot T = M \cdot a.$$

Из первого уравнения найдем:

$$T = m \cdot 2 \cdot a - m \cdot g$$

и подставим это выражение во второе уравнение:

$$M \cdot g - 2 \cdot (m \cdot 2 \cdot a - m \cdot g) = M \cdot a,$$

$$\text{т.е. } a = g \cdot \frac{M + 2 \cdot m}{M + 4 \cdot m}.$$

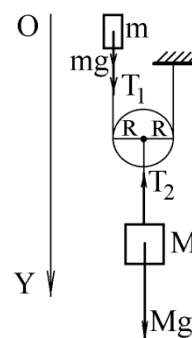
Подставив полученное значение для a в первое уравнение, найдем выражение для натяжения нити:

$$T = g \cdot M \cdot \frac{m}{M + 4 \cdot m}.$$

Подставляем в полученную формулу для T исходные данные

$$T = g \cdot M \cdot \frac{m}{M + 4 \cdot m} = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{6 + 4 \cdot 1} = 6 \text{ (Н)}.$$

Ответ: $T = 6$ Н.



Задание №6

Дано: $L = 1$ м; $g = 10$ м/с²; $m = 200$ г.

Найти: p_0 .

Перевод исходных данных в СИ: $m = 200$ г = 0,2 кг.

Решение: Точка 1 – это начало траектории движения. Точка 2 – это конец движения по окружности и начало движения по параболе. $L = R$ – это радиус траектории движения в начале движения. О – точка подвеса и начало осей ОХ и ОУ. x_0 – координата по оси ОХ точки 2, y_0 – координата по оси ОУ точки 2. Пусть в точке 2 величина скорости равна v , т.к. после точки 2 ускорение постоянное, то:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + a_x \cdot \frac{t^2}{2}$$

И

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t + a_y \cdot \frac{t^2}{2};$$

где $x_0 = R \cdot \sin \alpha$, $y_0 = R \cdot \cos \alpha$,

$v_{0x} = -v \cdot \cos \alpha$, $v_{0y} = v \cdot \sin \alpha$.

Т.е. $x = R \cdot \sin \alpha - v \cdot \cos \alpha \cdot t$

И

$$y = R \cdot \cos \alpha + v \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2}.$$

В точке подвеса $x = 0$ и $y = 0$.

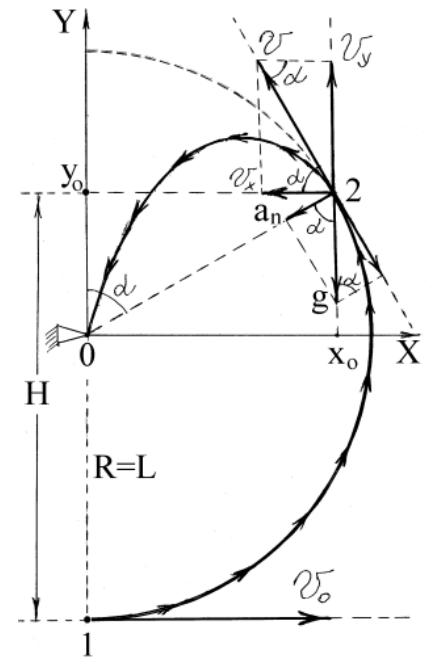
$$\text{Т.е. } 0 = R \cdot \sin \alpha - v \cdot \cos \alpha \cdot t$$

и

$$0 = R \cdot \cos \alpha + v \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2},$$

$$\text{поэтому } t = \frac{R \cdot \sin \alpha}{(v \cdot \cos \alpha)}$$

и



$$0 = R \cdot \cos a + v \cdot \sin a \cdot R \cdot \frac{\sin a}{v \cdot \cos a} - \frac{g \cdot [R \cdot \sin a / (v \cdot \cos a)]^2}{2}.$$

В точке 2:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \text{ и } a_n = g \cdot \cos a,$$

$$\text{т.е. } \frac{v^2}{R} = g \cdot \cos a$$

или

$$v^2 = g \cdot R \cdot \cos a.$$

Т.е. по оси ОУ:

$$0 = R \cdot \cos a + R \cdot \frac{\sin^2 a}{\cos a} - \frac{g \cdot R^2 \cdot \sin^2 a}{[2 \cdot g \cdot R \cdot \cos a \cdot \cos^2 a]}$$

Или

$$0 = R \cdot \cos a + R \cdot \frac{\sin^2 a}{\cos a} - \frac{R \cdot \sin^2 a}{[2 \cdot \cos a \cdot \cos^2 a]}.$$

Таким образом:

$$0 = 2 \cdot \cos^4 a + \sin^2 a \cdot 2 \cdot \cos^2 a - \sin^2 a$$

Или

$$0 = 2 \cdot \cos^4 a + \sin^2 a \cdot (2 \cdot \cos^2 a - 1).$$

$$\text{Т.к. } \sin^2 a + \cos^2 a = 1,$$

$$\text{то } \sin^2 a = 1 - \cos^2 a,$$

$$\text{поэтому } 0 = 2 \cdot \cos^4 a + (1 - \cos^2 a) \cdot (2 \cdot \cos^2 a - 1).$$

Если заменим $\cos^2 a$ на z , то получим: $0 = 2 \cdot z^2 + (1 - z)(2 \cdot z - 1)$ или

$$0 = 3 \cdot z - 1, \text{ т.е. } z = \frac{1}{3}$$

Или

$$\cos^2 a = \frac{1}{3},$$

$$\text{т.е. } \cos a = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Пусть масса материальной точки равна m . В точке 2 сумма кинетической и потенциальной энергий материальной точки равна кинетической энергии в точке 1:

$$m \cdot \frac{v_0^2}{2} = m \cdot g \cdot H + m \cdot \frac{v^2}{2},$$

$$\text{т.е. } \frac{v_0^2}{2} = g \cdot (R + R \cdot \cos\alpha) + \frac{v^2}{2}$$

или

$$\begin{aligned} v_0^2 &= 2 \cdot g \cdot R \cdot (1 + \cos\alpha) + v^2 = 2 \cdot g \cdot R \cdot (1 + \cos\alpha) + g \cdot R \cdot \cos\alpha = \\ &= g \cdot R \cdot (3 \cdot \cos\alpha + 2). \end{aligned}$$

$$\text{Т.е. } v_0 = [g \cdot R \cdot (3 \cdot \cos\alpha + 2)]^{\frac{1}{2}}.$$

Подставим численные значения:

$$v_0 = [10 \cdot 1 \cdot (\frac{3 \cdot 3^{\frac{1}{2}}}{3} + 2)]^{\frac{1}{2}} = 6,1 \text{ (м/с)}.$$

Величина начального импульса шарика равна:

$$p_0 = m \cdot v_0 = 0,2 \cdot 6,1 = 1,22 \text{ (кг}\cdot\text{м/с)}.$$

Округлить результат необходимо до целого числа, поэтому $p_0 = 1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

Ответ: $p_0 = 1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.