

9 класс. Вариант 5

1. Камень брошен с вышки с начальной скоростью, направленной горизонтально. Когда камень опустился по вертикали на $h = 20$ м, его скорость оказалась направленной под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определите начальную скорость камня. Сопротивлением воздуха пренебречь.

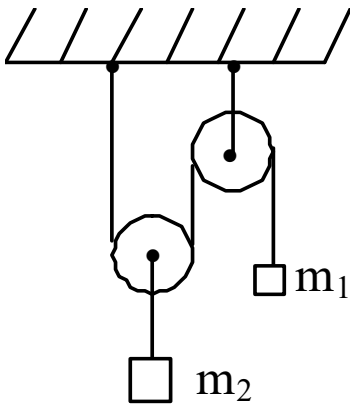
Решение:

Горизонтальная проекция скорости не изменилась, вертикальная стала равна

$$V_y = \sqrt{2gh}$$

Горизонтальная проекция равна

$$V = V_y \operatorname{ctg} \alpha = \sqrt{2gh} \operatorname{ctg} \alpha = 11,5 \text{ м/с}$$



2. В системе блоков на нерастяжимой нити подвешены грузы массами $m_1 = 1,8$ кг и $m_2 = 2,8$ кг. силу натяжения T нити. Массой блоков и нити и трением в осях блоков пренебречь.

Решение:

Запишем уравнения динамики движения грузов:

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= T_1 - m_1 g \\ -m_2 a_2 &= T_2 - m_2 g \\ T_2 &= 2T_1 \end{aligned}$$

$$a_1 = 2a_2$$

Находим силу натяжения нити:

$$T = \frac{3m_1 m_2 g}{4m_1 + m_2}$$

3. Стальной шар, падая свободно, достиг скорости 41 м/с и, ударившись о землю, подскочил на высоту 1,6 м. Определите изменение температуры шара при ударе. Считайте, что при соприкосновении с поверхностью земли внутренняя энергия изменяется только у шара.

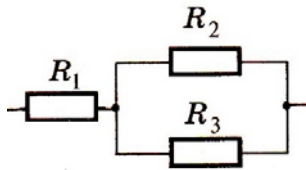
Решение:

Запишем соотношение между энергиями в начальном, промежуточном и конечном положении шара:

$$\frac{mV^2}{2} = mgh + cm\Delta t$$

Откуда

$$\Delta t = \frac{V^2 - gh}{2c} \approx 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$$



4. В схеме, показанной на рисунке, $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$ и $R_3 = 4 \text{ Ом}$. На резисторе R_2 выделяется мощность 27 Вт . Определите, какая мощность выделяется на резисторе R_3 .

Решение:

На резисторах R_2 и R_3 одинаковое напряжение, а значит, выделяющиеся мощности на них обратно пропорциональны сопротивлениям, т.е., мощность, выделяющаяся на резисторе R_3 равна $13,5 \text{ Вт}$

5. Мальчик гулял с собакой. Он бросил мячик под углом к горизонту. Собака побежала за мячом со скоростью в два раза меньшей, чем начальная скорость мяча. При каком угле бросания собака поймает мячик в момент его падения на землю?

Решение:

Для того чтобы собака и мячик оказались в одной точке, собака должна бежать со скоростью v , равной горизонтальной составляющей скорости мяча u . Отсюда следует, что $v = u \cos \alpha \Rightarrow u/2 = u \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = 0,5$

Ответ: $\alpha = \pi/3$.

6. На зимней дороге при температуре снега минус 10°C автомобиль в течение 1 мин буксует, развивая мощность 12 кВт . Какой объем воды образуется при буксировании автомобиля, если считать, что вся энергия, выделившаяся при буксировании, идет на нагревание и плавление снега? Удельная теплоемкость льда $c = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 33 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Решение:

Согласно закону сохранения энергии имеем:

$$A = Q_1 + Q_2, \text{ где } A = N \cdot t$$

$$Q_1 = cm (t_{\text{пл}} - t_1)$$

$$Q_2 = \lambda m$$

$$N \cdot t = cm (t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m$$

$$m = N \cdot t / (c \cdot (t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda)$$

$$m = 12000 \cdot 60 / (2100 \cdot (0 + 10) + 330000); m \approx 2,05 \text{ кг, искомый объем } 2,05 \text{ л.}$$

7. За время 40 с в цепи, состоящей из трех одинаковых проводников, соединенных параллельно и включенных в сеть, выделилось некоторое количество теплоты. За какое время выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить последовательно?

Решение:

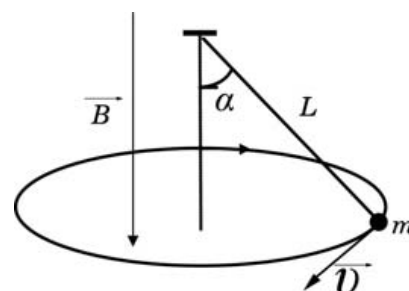
Приравняем количества теплоты, выделившиеся в первой и второй цепи, используя закон Джоуля-Ленца:

$$\frac{3U^2}{R} \Delta t_1 = \frac{U^2}{3R} \Delta t_2$$

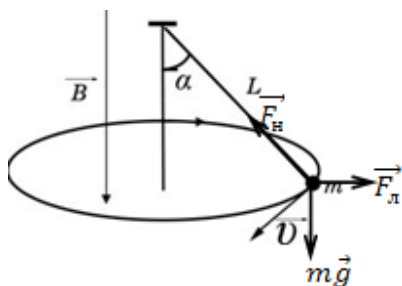
Отсюда следует, что

$$\Delta t_2 = 9\Delta t_1 = 360 \text{ с}$$

8. Положительно заряженный шарик массой $m = 1 \text{ г}$ подвешен на нити длиной $L = 1 \text{ м}$ и равномерно движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рисунок). Заряд шарика $q = 1 \text{ мКл}$. Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Найдите угловую скорость равномерного обращения шарика по окружности.



Решение



После расстановки сил (силы натяжения \vec{F}_n , силы тяжести $-m\vec{g}$, силы Лоренца \vec{F}_l) см. рисунок, модуль $F_l = qvB$

Напишем уравнение вращательного движения тела массы m :

$$m a_{\text{цс}} = F_n \sin \alpha - qvB$$

$$\text{очевидно, что } F_n \cos \alpha = mg \text{ и } a_{\text{цс}} = \omega^2 r$$

тогда уравнение вращательного движения тела

примет вид:

$m \omega^2 r = mg \tan \alpha - q \omega r B$. Учитывая, что $r = L \sin \alpha$ окончательно получим $m \omega^2 L \cos \alpha + q \omega L \cos \alpha B + mg = 0$.

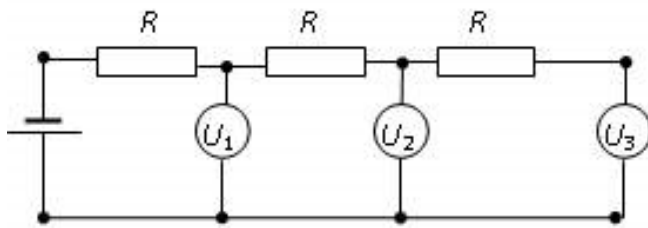
$$\text{Ответ: } \omega = \frac{-qBL \cos \alpha + \sqrt{q^2 B^2 L^2 \cos^2 \alpha + m^2 g L \cos \alpha}}{2 m L \cos \alpha} =$$

$$= \frac{qB}{2m} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{m^2 g}{q^2 B^2 L \cos \alpha}} \right) = 0,5 \text{ рад/с}$$

9. Выпуклый мост параболической формы связывает два берега реки шириной $d = 500 \text{ м}$. Каков радиус кривизны моста в его верхней точке, если максимально допустимая скорость движения автомобиля в верхней точке моста составляет 60 км/час ? Какое наименьшее время потребуется автомобилю, чтобы переехать реку? Верхняя точка моста находится на расстоянии $d/2$ от берега (по горизонтали). Въезд на мост осуществляется на уровне воды в реке.

Решение:

Если автомобиль движется по параболическому мосту с максимальной возможной скоростью, то он не оказывает давления на мост (не будем рассматривать проблемы, связанные с управляемостью автомобиля). Его движение эквивалентно движению тела, брошенного под углом к горизонту. Значит, горизонтальная проекция его скорости всегда равна 60 км/час. Радиус кривизны моста в верхней точке рассчитывается как $R = \frac{V^2}{g} \approx 27,8$ м. Время движения по мосту составляет 30 с.



пренебречь.

Решение:

Показания вольтметров неодинаковые, а значит, вольтметры неидеальные. Пронумеруем резисторы слева направо, покажем токи через резисторы штрихованными обозначениями. Запишем соотношения между токами и напряжениями в цепи:

$$\begin{aligned} U_3 &= I_3 R_v \\ U_2 &= U_3 + I_3 R \\ U_1 &= U_2 + I_2 R \\ I_2 &= I_3 + \frac{U_2}{R_v} \\ I_1 &= I_2 + \frac{U_1}{R_v} \end{aligned}$$

Тогда

$$U_3 = \frac{U_2 - U_1 + \sqrt{(U_2 - U_1)^2 + 4U_2^2}}{2} \approx 1,24 \text{ В}$$

10. Цепь собрана из одинаковых резисторов и вольтметров. Первый вольтметр показывает $U_1 = 4$ В, а второй $U_2 = 2$ В. Каково показание третьего вольтметра? Внутренним сопротивлением источника