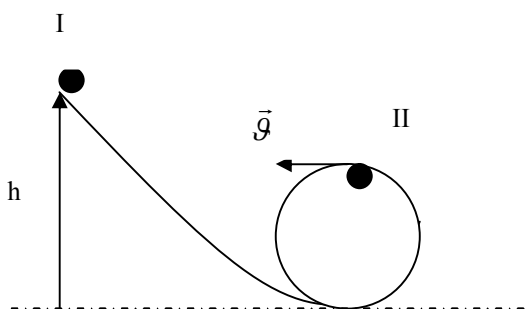


## 10 класс

Вариант 1.

1.

Тяжелый шарик соскальзывает без трения по наклонному желобу, образуемому «мертвую петлю» радиусом 50см. С какой высоты шарик должен начать свое движение, чтобы не оторваться от желоба в верхней точке траектории?



Запишем закон сохранения энергии  $A = W_2 - W_1$ . (1)

Полная механическая энергия шарика в положении I и II соответственно равны:

$$W_1 = mgh$$

$$W_2 = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} + mg2R. \quad (2)$$

Подставим (2) в (1).  $0 = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} + mg2R - mgh$  (3).

Отсюда,  $\mathcal{G}^2 + 4gR - 2gh = 0$  (4)

В положении II на шарик действуют силы тяжести и реакции опоры, ускорение – центростремительное

$$N + mg = \frac{m\mathcal{G}^2}{R}. \quad (5)$$

Предельный случай, соответствующий отрыву шарика от желоба,  $N = 0$ ,

тогда из (5)  $mg = \frac{m\mathcal{G}^2}{R}$  или  $gR = \mathcal{G}^2$  (6).

Решая совместно (4) и (6), получаем  $h = 2,5R = 1,25\text{м}$ .

2.

Небольшой груз совершает колебания по закону  $x = 0,02\text{Sin}\pi(t + 0,5)$  (все величины выражены в единицах СИ). Чему равна средняя скорость движения груза на пути, соответствующем половине амплитуды колебаний?

Анализируя уравнение, видим  $A=0,02\text{м}$ ,  $\omega = \pi$  Гц,  $T = 2\pi/\omega = 2\text{с}$ , начальная фаза  $\varphi_0 = 0,5\pi$ .

Подставим  $x = A/2$ . Найдем время прохождения этого пути  $t = 1/3\text{с}$ .

Тогда средняя скорость равна  $\mathcal{G}_{cp} = \frac{A}{2t} = 0,03 \text{ м/с}$ .

Задача может быть решена и без применения производной с использованием формулы периода маятников.

3.

**Грузовой автомобиль, оборудованный газогенераторным двигателем мощностью 92кВт, имеющим КПД 18%, работает в полную нагрузку. Определите массу древесных чурок с удельной теплотой сгорания 12,5МДж/кг, необходимых для пробега пути 1км со скоростью 18км/ч.**

По определению  $\eta = \frac{P}{P_{зам}}$ . Или  $P_{зам} = \frac{P}{\eta}$ . (1)

Затраченная мощность при сгорании опилок равна  $P_{зам} = \frac{mq}{t}$  (2), где q- удельная теплота сгорания опилок.

Решая (1) и (2) и, подставляя  $t = \frac{S}{\mathcal{G}}$ , получаем  $m = \frac{PS}{\eta q \mathcal{G}} \approx 8,2 \text{ кг}$ .

4.

**Из баллона со сжатым водородом вместимостью 10л вследствие неисправности вентиля утекает газ. При температуре 7<sup>0</sup> С барометр показывает 5 · 10<sup>8</sup> Па. Показание барометра не изменилось и при температуре 17<sup>0</sup> С. Определить, сколько газа утекло (в кг). Молярная масса водорода равна 2г/моль. Универсальная газовая постоянная равна 8,31Дж/(Кмоль).**

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клайперона (для двух случаев)

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

Тогда  $\Delta m = \frac{pV\mu}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \approx 0,15 \text{ кг}$

5.

**Шарик массой 1г перемещается из точки А, потенциал которой 600В, в точку В, потенциал которой равен 0. Определить скорость шарика в т.А, если в т.В его скорость стала 20см/с. Заряд шарика 0,1нКл.**

Работа электростатического поля равна изменению кинетической энергии заряженного шарика.

$$\frac{m \mathcal{G}_2^2}{2} - \frac{m \mathcal{G}_1^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Выразим отсюда скорость в первой точке.

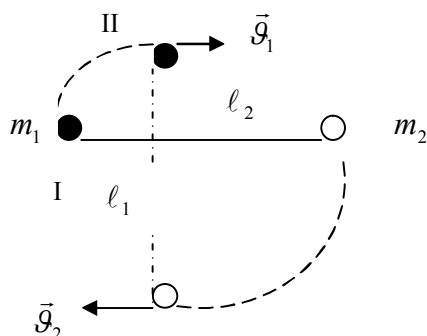
$$\mathcal{G}_1 = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{m \mathcal{G}_2^2}{2} - q(\varphi_1 - \varphi_2) \right)} \approx 0,1996 \text{ м/с}$$

## 10 класс

Вариант 2.

1.

Вокруг горизонтальной оси может без трения вращаться легкий рычаг, плечи которого равны 10 см и 20 см. На концах рычага укреплены грузы массой, равной соответственно 2 кг и 3 кг. Предоставленный самому себе, рычаг переходит из горизонтального положения в вертикальное. Какую скорость будет иметь в нижней точке второй груз?



Запишем закон сохранения механической энергии:  $A = W_2 - W_1$ . (1)

Потенциальную энергию будем считать от нижнего уровня (для второго груза).

В горизонтальном положении для системы грузов (кинетическая энергия грузов в этом положении равны нулю)

$$W_1 = m_1 g l_2 + m_2 g l_2 \quad (2)$$

В вертикальном положении механическая энергия системы равна

$$W_2 = \frac{m_1 g_1^2}{2} + m_1 g (\ell_1 + \ell_2) + \frac{m_2 g_2^2}{2} \quad (3), \text{ где } g_1, g_2 \text{ - скорости грузов.}$$

Подставим (2) и (3) в (1).  $\frac{m_1 g_1^2}{2} + m_1 g (\ell_1 + \ell_2) + \frac{m_2 g_2^2}{2} - (m_1 + m_2) g l_2 = 0$  (4)

Здесь две неизвестные. Второе уравнение получим из соображений одинаковой угловой скорости грузов при вращении рычага.

$$\omega = \frac{g_1}{\ell_1} = \frac{g_2}{\ell_2} \quad (5)$$

Решая (4) и (5), получаем  $g_2 = \ell_2 \sqrt{\frac{2(m_2 \ell_2 - m_1 \ell_1)g}{(m_2 \ell_2^2 + m_1 \ell_1^2)}} = 1,5 \text{ м/с.}$

2.

Шарик массой 10 г совершает гармонические колебания с амплитудой 3 см и частотой 10 Гц. Определить максимальное значение возвращающей силы, действующей на шарик.

Уравнение колебаний имеет вид  $x = 0,03 \sin(20\pi t)$ .

Ускорение равно  $a = -0,03(20\pi)^2 \sin(20\pi t)$ .

По II закону Ньютона  $F = m a_{\max} = m 0,03(20\pi)^2 = 1,2 \text{ Н.}$

Задача может быть решена и без применения производной с использованием формулы периода маятников.

3.

Трансформатор, погруженный в масло, вследствие перегрузок начинает нагреваться. Каков его КПД, если при полной мощности 60 кВт 40 кг масла в течение 4 мин нагрелись на  $20^\circ$ ? Удельная теплоемкость масла  $2,1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ . Количеством теплоты, идущим на нагревание металла трансформатора и его обмотки, пренебречь.

По определению  $\eta = \frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{зат}}} = 1 - \frac{Q}{TP_{\text{зат}}}$ , где затраченная мощность – это полная мощность и T- время на- гревания.

$$\eta = 1 - \frac{mC\Delta t}{TP} \approx 0,88 = 88\%.$$

4.

**Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение объемом  $50 \text{ м}^3$ , зимой и летом, если температура помещения летом достигает  $40^\circ \text{C}$ , а зимой падает до  $0^\circ \text{C}$ ? Атмосферное давление считать нормальным ( $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ). Молярная масса воздуха равна  $29 \text{ г/моль}$ . Универсальная газовая постоянная равна  $8,31 \text{ Дж/(Кмоль)}$ .**

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клайперона (для двух случаев)

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

Тогда 
$$\Delta m = \frac{pV\mu}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \approx 8,16 \text{ кг}$$

5.

**Шарик массой  $40 \text{ мг}$ , имеющий заряд  $1 \text{ нКл}$ , перемещается из бесконечности со скоростью  $10 \text{ см/с}$ . На какое расстояние может приблизиться шарик к точечному заряду  $1,33 \text{ нКл}$ ?**

Работа электростатического поля равна изменению кинетической энергии заряженного шарика.

$$\frac{m \mathcal{G}_2^2}{2} - \frac{m \mathcal{G}_1^2}{2} = q_1 k q_2 \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right), \text{ причем во второй точке скорость будет равна } 0 \text{ (шарик остановится), и}$$

$$r_1 = \infty.$$

Выразим 
$$r_2 = \frac{2r q_1 q_2}{m \mathcal{G}_1^2} = 0,06 \text{ м}$$