

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

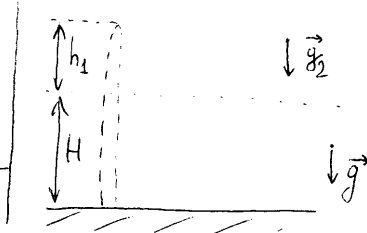
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
52	28.02.187	Киселевич	Киселевич

Задача 1

$$H = 10 \text{ м}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$h' = ?$$



$$h' = h_1 + H, (*)$$

W_0 - начальная кинетическая энергия мячика.

m - масса мячика.

W_0 не изменяется и постоянно, что при постоянном, что при непостоянном ускорении свободного падения.

$$W_0 = mgh \text{ (кинетическая переходит в потенциальную)}, (1)$$

Теперь рассмотрим ситуацию с переменным ускорением св. падения, начальная кинетическая энергия переходит в работу против сил трения, тогда

$$W_0 = mgh + m \cdot \frac{1}{2} g \cdot h_1^{\frac{3}{2}} \text{ (сумма работ при движении } 0-H \text{ и } H-h_1), (2)$$

$$(1) = (2) \Rightarrow mgh = mgh + \frac{1}{2} mgh_1^{\frac{3}{2}}$$

$$h = H + \frac{1}{2} h_1^{\frac{3}{2}} \Rightarrow h_1^{\frac{3}{2}} = 2(h - H), (3)$$

(3) \rightarrow (*)

$$h' = 2h - 2H + H = 2h - H$$

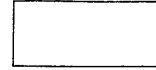
~~Пореставим~~ Пореставим известные данные в расчетную формулу.

$$h' = 2 \cdot 20 - 10 = 30 \text{ м}$$

Ответ: $h' = 30 \text{ м}$.

h_1 - расстояние от высоты, на которой изменяется ускорение свободного падения, до высшей точки падения.

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 2

Дано:

l, q, m

Узнавая система обладает потенциальной энергией взаимодействия заряженных шариков.
 W_0 - начальная энергия.

$v_1, v_2, v_3, v_4 = ?$

$$W_0 = \frac{k \cdot q \cdot (-q)}{2l} = - \frac{kq^2}{2l} \quad (1)$$

Далее рассмотрим момент, когда пружина приняла форму квадрата

т.к. стержень нерастяжим \Rightarrow

\Rightarrow проекция скорости шариков на него

должна быть

равными величинами.

$$v_1 \cdot \cos 45^\circ = v_4 \cdot \cos 45^\circ$$

$$v_1 = v_4$$

Аналогично получим, что $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = v$.

W_1 - энергия взаимодействия в положении квадрата

$W_1 = -\frac{kq^2}{\sqrt{2}l}$; W_3 - суммарная кинетическая энергия шариков.

$$\text{З.С.Э. } W_0 = W_3 + W_1 \Rightarrow -\frac{kq^2}{2l} = -\frac{kq^2}{\sqrt{2}l} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}$$

$$-kq^2 = -\sqrt{2}kq^2 + 6mv^2 \Rightarrow (\sqrt{2}-1)kq^2 = 6mv^2 \Rightarrow$$

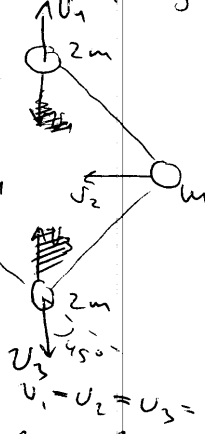
$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{(\sqrt{2}-1)kq^2}{6ml}}$$

Ответ: $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = \sqrt{\frac{(\sqrt{2}-1)kq^2}{6ml}}$

Если, то в силу симметрии

конструкция (относительно массы),

$$\begin{cases} v_1 = v_3 \\ v_2 = v_4 \end{cases}$$



100

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 3

Дано:

R, m, F, α, μ

$v = ?$

Расставим силы, действующие на тело и проведем оси x и y .

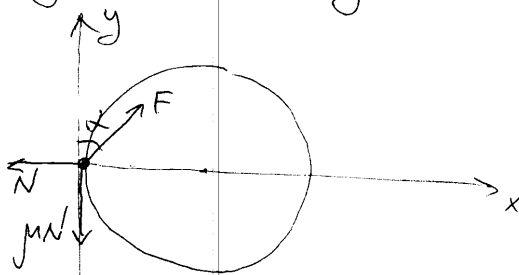


рис 1.

По I З.Н., т.к. тело движется с постоянной скоростью, геометр. сумма сил, действующих на нее равна 0. Значит $a = 0$, а по второму закону Ньютона?

$$\text{по } Oy: F \cdot \cos \alpha = \mu N, \quad (1)$$

По оси Ox действует центростремительное ускорение (направлено к центру круга). $a_{\text{цс}} = \text{центр. ускорение} = \frac{v^2}{R}$

$$m \frac{v^2}{R} = F \cdot \sin \alpha - N \quad \text{II З.Н.}$$

$$\Rightarrow N = F \cdot \sin \alpha - \frac{mv^2}{R}, \quad (2)$$

(2) \rightarrow (1)

$$F \cdot \cos \alpha = \mu F \cdot \sin \alpha - \frac{\mu mv^2}{R}$$

$$\frac{\mu mv^2}{R} = F(\mu \cdot \sin \alpha - \cos \alpha)$$

$$v = \sqrt{\frac{RF(\mu \cdot \sin \alpha - \cos \alpha)}{\mu \cdot m}}$$

9 б

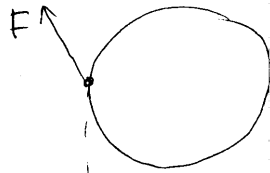
Видно, что выражение под корнем отрицательно при $\mu < \cot \alpha \Rightarrow \Rightarrow$ сила F на рис. 1 направлена не туда.

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 3 (продолжение)

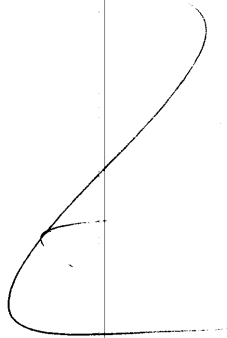
Истинное направление силы F :



При таком направлении $\mu \sin \alpha$ и $\cos \alpha$ меняют знаки
и тогда ответ:

$$v = \sqrt{\frac{RF(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{\mu m}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{RF(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{\mu m}}$



Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 5.

Пусть ΔM — изменение массы воздуха в комнате. T_0 — температура в комнате, примем ее $T_0 = 25^\circ\text{C} = 298\text{K}$. p_0 — начальное атм. давление $p_0 = 765\text{ мм. рт. ст.} = 101745\text{ Па}$. p_1 — новое давление, $p_1 = 755\text{ мм. рт. ст.} = 100415\text{ Па}$. V — объем комнаты, где a — высота $a = 2\text{ м}$. b — ширина $b = 5\text{ м}$. c — ширина $c = 3\text{ м}$. M — молярная масса воздуха, $M = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{м}^3}$. m_0 — начальная масса воздуха. m_1 — конечная. $m = V \cdot \rho$, где ρ — плотность воздуха.

Закон Менделеева — Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow p = \frac{\rho RT}{M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{Mp}{RT} \Rightarrow m = a \cdot b \cdot c \cdot \frac{Mp}{RT}$$

Температура воздуха в комнате поддерживается постоянной.

$$\text{Тогда, } \Delta M = m_1 - m_0 = a \cdot b \cdot c \cdot \frac{M}{RT_0} (p_1 - p_0)$$

Подставим известные данные.

$$\Delta M = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \frac{28 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 298} \cdot 133 \cdot 10 \approx 0,47\text{ кг}$$

105

Ответ: При падении давления на 10 мм. рт. ст., масса воздуха в комнате уменьшится на 0,47 кг.

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

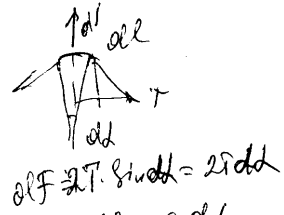
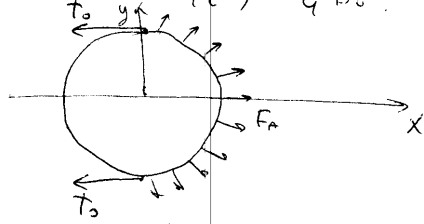
Задача 4.

Дано:
 $R, B_0, t = \frac{\pi}{2}, T_0$

$a = ?$

Найдем B , при котором кольцо поворачивается.

$$B\left(\frac{\pi}{2}\right) = B_0 \cdot \left(1 - \frac{r^2}{4r^2}\right) = \frac{3}{4} B_0$$



Рассмотрим половину кольца. По оси oy сила Ампера, действующая на малые элементы кольца компенсирует силу тяжести. Найдем суммарную силу Ампера, действующую на половину кольца по ox . $dF_x = BI \cdot dl_x$

Сумма всех dl_x равна $2a$? Почему? Фабрикации

Тогда, $2T_0 = BI \cdot 2a \Rightarrow T_0 = BIa = \frac{3}{4} B_0 a I \Rightarrow a = \frac{4T_0}{3B_0 I}$. Найдем I . $I = \frac{\xi_i}{R} = \frac{d\Phi}{dt \cdot R} = \frac{dB \cdot 2\pi r}{dt \cdot R}$

ξ_i - индуцируемая ЭДС.

$\frac{dB}{dt}$ - произвольная $B(t)$ но в момент времени $t = \frac{\pi}{2}$ $\frac{dB}{dt} = -2B_0 \frac{t}{\tau^2}$

$B'(t) = -2B_0 \frac{t}{\tau^2}$, нас интересует ее модуль.

$$B'\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2 \cdot B_0 \cdot \frac{\pi}{2\tau^2} = \frac{B_0}{\tau}, \text{ тогда } I = \frac{2\pi r B_0}{R\tau} \quad (2)$$

(2) \rightarrow (1)

$$a = \frac{4T_0 \cdot R \cdot \tau}{3B_0 \cdot 2\pi a \cdot B_0} \Rightarrow a^2 = \frac{2T_0 R \tau}{3\pi B_0^2} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2T_0 R \tau}{3\pi B_0^2}}$$

Ответ: $a = \sqrt{\frac{2T_0 R \tau}{3\pi B_0^2}}$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 6.

1. Рассмотрим положение 1 (до налива воды). Так как масса контейнера + масса прицепов - небольшая величина, то требуемая совсем небольшой объем вытесненной воды, тогда контейнер плавал. \Rightarrow контейнер нагружен незначительно.
2. Т.к. контейнер нагружен незначительно, он не утратил своей жидкости, \Rightarrow на него действует сила поверхностного натяжения (поверхностного) воды, которая удерживает контейнер и имеет горизонтальное положение.
3. После того как мы наливаем воду, контейнер погружается на значительную глубину от начального положения \Rightarrow сила поверхностного натяжения воды больше не действует на него.
4. При отступлении сил, удерживающих контейнер и правая горизонтальная, более тяжелый край (уже прикреплен прицепки) перевешивает другой край, уже их нет.

45