

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Б	О	Ч	К	А	Р	Е	В												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

П	А	В	Е	Л															
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № 32

Кемеровской области, г. Тайма
(города/села, района)

Дата рождения 28.08.1997 (области)

Контактная информация – телефон(ы):
+7-923-513-9968

E-mail: iPave/Bochkarev@gmail.com

Пункт проведения этапа МБОУ «СОШ №33»

Дата проведения этапа 15.02.2015

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись Тюх

Шифр

--

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
39 Тридцать девять	1.03	Рухсатгулман	

Задача 1.

Дано:

$$h = 20 \text{ м}$$

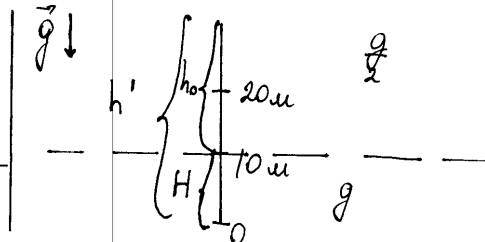
при h от 0 до 10 м - $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ при h от 10 м до h_0 - $g' \approx g' \approx 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$H = 10 \text{ м}$$

$$h' = ?$$

Решение:

1	2	3	4	5	6	Σ
10	9	8	0	10	2	39



Рассмотрим сначала I случай, когда $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ во всей атмосфере. Запишем уравнение движения тела, движущегося вертикально вверх:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad (1)$$

Чтобы вычислить время подъема мячика на высоту h , представим, что этот мячик свободно падает с высоты h с $v_0 = 0$, тогда (1) будет выглядеть так:

$$y \uparrow = y_0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2}; \quad y = 0, \text{ т.к. система отсчета - земля.}$$

$$0 = 20 - \frac{10 t^2}{2}, \Rightarrow t = \sqrt{\frac{20 \cdot 2}{10}} = \sqrt{4} = 2 \text{ с} - \text{ время свободного падения с высоты } h = 20 \text{ м.}$$

Время подъема тела равно времени его падения, т.к. отсутствуют силы сопротивления (по условию), и тело движется под силой тяжести.

Найдем y (1) v_0 при $h_{\text{max}} = 20 \text{ м}$

$$h = y_0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

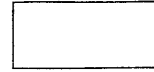
$$20 = 2 v_0 - \frac{10 \cdot 4}{2}$$

$$2 v_0 = 20 + 20$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

Найдем время t_1 , когда тело будет находиться на высоте $H = 10 \text{ м}$ из (1):

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$10 = 20t - \frac{10t^2}{2}$$

$$5t^2 - 20t + 10 = 0 \quad /:5$$

$$t^2 - 4t + 2 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 2 = 8$$

$$t_{1,1} = \frac{4 - 2\sqrt{2}}{2} = 2 - \sqrt{2}$$

$$t_{1,2} = \frac{4 + 2\sqrt{2}}{2} = 2 + \sqrt{2}$$

Проверка:

$$v_1 = v_0 - g t_{1,1} = 20 - 10(2 - \sqrt{2}) = 20 - 20 + 10\sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$v_2 = v_0 - g t_{1,2} = 20 - 10(2 + \sqrt{2}) = 20 - 20 - 10\sqrt{2} = -10\sqrt{2} < 0, \Rightarrow$$

$t_{1,2}$ - посторонний корень. Не имеет физического смысла, т.к. скорость не может быть отрицательной.

Так же v_1 можно найти по закону сохранения энергии:

$$E_{n \max} = E_{n1} + E_{k1}$$

$$mgh = mgH + \frac{mv_1^2}{2}, \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2mgh - 2mgH}{m}} = \sqrt{400 - 200} = 10\sqrt{2} \text{ м/с.}$$

Рассмотрим II случай, когда, начиная с 10 м, ускорение свободного падения будет $g' = \frac{g}{2} \approx \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}^2$

$h_0 = v_0'^2 - \frac{g't'^2}{2}$, где h_0 - высота, на которую поднимется мячик, находясь в $\frac{g}{2}$; $v_0' = v_1$ на $H = 10 \text{ м}$; t' - время подъема мячика на высоту h_0 .

При подъеме мячика на высоту h_0 , тело остановится на этой высоте и будет обладать $v' = 0$.

$$v_0' = v_0' - g't', \Rightarrow t' = \frac{v_0'}{g'} = \frac{10\sqrt{2}}{5} = 2\sqrt{2} \text{ с, тогда } h_0 = y' + v_0't' - \frac{g't'^2}{2},$$

где y' - высота отлета, начиная с 10 м.

$$h_0 = 10\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{2} - \frac{5 \cdot 8}{2} = 40 - 20 = 20 \text{ м, } \Rightarrow$$

$$h' = H + h_0 = 10 + 20 = 30 \text{ м}$$

Ответ: 30 м.

(10)

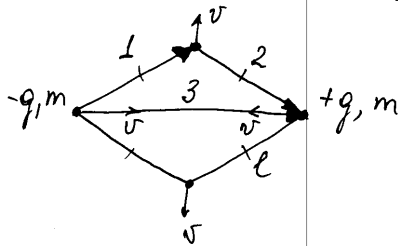
Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 2.

Дано:
 $|q_1| = |q_2|$
 $+q, m$
 $-q, m$
 $2m$
 $2m$
 l
 ромб \rightarrow квадрат
 $v = ?$



Решение:

Квадрат образуется за счёт энергии двух зарядов: разноименные заряды притягиваются.

П.к. заряды по модулю равны, значит, воздействие на шарики будет одинаково и, следовательно, будут двигаться с одинаковыми скоростями.

Замкнутая система

Векторы:

$$\vec{1} + \vec{2} = \vec{3} = \vec{l} + \vec{l} = 2\vec{l} \quad (\text{расстояние между зарядами } q \text{ и } -q, \text{ когда ромб}).$$

Когда ромб:

$$W_1 = -\frac{\kappa q_1 q_2}{2l} = -\frac{\kappa q^2}{2l}$$

Когда квадрат:

$$W_2 = 2 \frac{mv^2}{2} + 2 \cdot \frac{2mv^2}{2} - \frac{\kappa q^2}{\sqrt{2}l}, \quad \text{где}$$

почему скорости равны?

$$E_{km} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{2mv^2}{2}$$

$$E_{k2m} = \frac{2mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} = \frac{4mv^2}{2}$$

$$W_{cb} = -\frac{\kappa q_1 q_2}{\sqrt{2}l} = -\frac{\kappa q^2}{\sqrt{2}l}, \quad \text{где}$$

$\sqrt{2}l$ - диагональ квадрата.

По закону сохранения энергии:

$$W_1 = W_2$$

$$-\frac{\kappa q^2}{2l} = mv^2 + 2mv^2 - \frac{\kappa q^2}{\sqrt{2}l}$$

$$3mv^2 = \frac{\kappa q^2}{\sqrt{2}l} - \frac{\kappa q^2}{2l} = \frac{\kappa q^2}{l} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{\kappa q^2}{3ml} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{\kappa q^2}{3ml} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)} = v$



Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

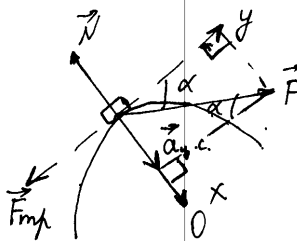
Задача 3.

Дано:

α
кальцо с радиусом R
 m
 F
 $\mu < \text{ctg} \alpha$

$v = ?$

Решение:



По II закону Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} = m\vec{a}_{y.c.}$$

$$Ox: ma_{y.c.} = F \sin \alpha - N$$

$$Oy: F \cos \alpha = F_{mp}$$

N может быть направлено по осям.

$$F \cos \alpha = \mu N, \Rightarrow N = \frac{F \cos \alpha}{\mu}$$

$$ma_{y.c.} = F \sin \alpha - \frac{F \cos \alpha}{\mu} = \frac{\mu F \sin \alpha - F \cos \alpha}{\mu}$$

$$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{m m v^2}{R} = F(\mu \sin \alpha - \cos \alpha), \Rightarrow v = \sqrt{\frac{R F (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{\mu m}} =$$

$$= \sqrt{R F \left(\frac{\sin \alpha}{m} - \frac{\cos \alpha}{\mu m} \right)}$$

Уменьш $\mu < \text{ctg} \alpha$:
если $\alpha \uparrow$, то $\mu \downarrow$, $\Rightarrow v > \sqrt{R F \left(\frac{\sin \alpha}{m} - \frac{\cos \alpha}{\mu m} \right)}$

~~Ответ: $v > \sqrt{R F \left(\frac{\sin \alpha}{m} - \frac{\cos \alpha}{\mu m} \right)}$~~



Чем больше угол, тем меньше сила трения. Сила трения
Коэффициент трения μ находится в знаменателе, следовательно, значение
будет больше. А скорость должна преодолеть силу трения.

Ответ: $v > \sqrt{R F \left(\frac{\sin \alpha}{m} - \frac{\cos \alpha}{\mu m} \right)}$

\uparrow неупругим стиранием.
Величина $\mu < \text{ctg} \alpha$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 5.

Условие:

Пусть длина комнаты (a) равна 4 м; ширина комнаты (b) - 3 м; высота (h) - 2,5 м

Малая масса воздуха (m) равна $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
 Нормальное атмосферное давление воздуха (p_1) равно 760 мм рт ст = $760 \cdot 133,3 = 101308$ Па (1 мм рт ст = 133,3 Па).

Решение:

Примером типичного колебания атмосферного давления может служить повышение оно на 20 мм рт ст, тогда атмосферное давление будет считаться повышенным, т.е.
 $760 + 20 = 780$ мм рт ст = $780 \cdot 133,3 = 103974$ Па, тогда температура в нашей комнате, допустим, понижится с отметки
 $T_1 = 298$ К (25°C) до $T_2 = 296$ К (23°C).

$$V_{\text{ком}} = a \cdot b \cdot h = 4 \cdot 3 \cdot 2,5 = 30 \text{ м}^3$$

$$V_1 = V_2 = V = \text{const}$$

Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона.

$$p \cdot V = \frac{m}{M} R T; \quad R - \text{универсальная газовая постоянная } \left(8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right)$$

I Нормальное атмосферное давление при $T_1 = 298$ К

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1, \Rightarrow m_1 = \frac{p_1 V M}{R T_1} = \frac{101308 \cdot 30 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 298} = \frac{90457,38}{2459,76} \approx 36,7749 \text{ кг}$$

II Повышенное атмосферное давление при $T_2 = 296$ К

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} R T_2, \Rightarrow m_2 = \frac{p_2 V M}{R T_2} = \frac{103974 \cdot 30 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 296} \approx \frac{90457,38}{2459,76} \approx 36,7749 \text{ кг}$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 36,7749 - 35,6 = 1,1749 \text{ кг}$$

Ответ: 1,1749 кг.

(10)

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 6.

Пластиковый контейнер находится на поверхности воды в условиях $F_A > F_{\text{тяж}}$. Так как плотность пластика мала, m и V малы, контейнер не тонет. После прикрепления прищепки, центр тяжести смещается в сторону её нахождения. Контейнер продолжает находиться на воде практически горизонтально из-за малой веса прищепки, но правый край контейнера уже тонет.

Добавив воды, правый край контейнера опустился ниже левого. Это произошло из-за смещения центра, в котором сконцентрирована основная масса. Центр масс сместился к правому краю, где прикрепилась прищепка: Архимедова сила выталкивает сильнее более левую часть контейнера, а где сконцентрирована основная масса - выталкивает менее сильно.

F_A левого края контейнера больше F_A правого, но $F_{\text{тяж}}$ правого края больше $F_{\text{тяж}}$ левого края.

нет угловых моментов

(20)