

Шифр

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

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: М Е Р Е Ж К О

Имя: А Л Е К С А Н Д Р

Отчество: С Е Р Г Е Е В И Ч

Учащийся 11, А¹ класса школы № 31

г. Осинники

(города/села, района)

Кемеровская обл.

(области)

Дата рождения 28.01.97

Контактная информация – телефон(ы): 8-960-933-61-22

E-mail: sasha_mereg@mail.ru

Пункт проведения этапа шк. №31, г. Осинники, Кемеровская обл.

Дата проведения этапа 20.02.2015

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

Мережко

Шифр

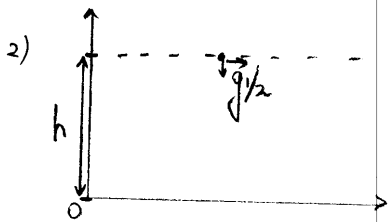
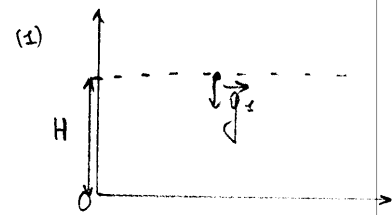
Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
35 Продумать и решить	1.03	Руксатгуллин Т.А.	

1) Дано:
 $H = 10 \text{ м}$
 $g_1 = 10 \text{ м/с}^2$
 $g_2 = 5 \text{ м/с}^2$
 $h = 20 \text{ м}$

$h' = ?$

Решение



(1) Найдём максимальную скорость (v_0).

$$h = \frac{v_0^2}{2g}; \quad v_0 = \sqrt{2gh}$$

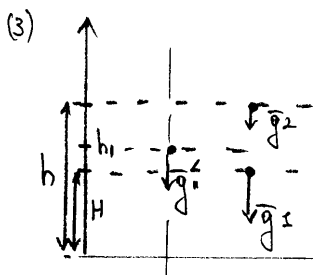
$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = \sqrt{400} = 20 \text{ м/с} \quad (\text{скорость с которой он начал падать.})$$

(2) $H = \frac{v_1^2 - v_0^2}{-2g}$; Найдём v_1 . (При $g_1 = 10 \text{ м/с}^2$. ро $H = 10 \text{ м}$)

ручной расчёт задачи с конца в обратном виде

$$v_1 = \sqrt{-2gH + v_0^2}$$

$$v_1 = \sqrt{400 - 2 \cdot 10 \cdot 10} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} = 14 \text{ м/с.}$$



Введём высоту h_1

$$h_1 = \frac{v_0^2 - v_1^2}{-2g_1/2} = \frac{v_1^2}{g}$$

$$h_1 = \frac{100 \cdot 2}{10} = 20 \text{ м.}$$

Тогда, $h' = H + h_1$, где h_1 - приобретенная высота.

$$h' = 10 \text{ м} + 20 \text{ м} = 30 \text{ м.} \quad \text{Ответ: } 30 \text{ м.}$$

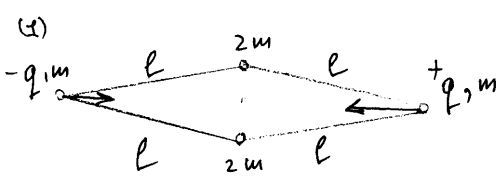
1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7
 g | 0 | 2 | 4 | 10 | 10 | 35

Рассмотрим 1е состояние:
 Тело брошено вверх на высоту $H = 10 \text{ м}$. На этой высоте действует ускорение свободного падения равное $g_1 = 10 \text{ м/с}^2$.

Рассмотрим 2е состояние:
 Тело брошено вверх на высоту $h = 20 \text{ м}$. При этом на этой высоте ускорение свободного падения уменьшилось и стало равно $g_2 = 5 \text{ м/с}^2$.

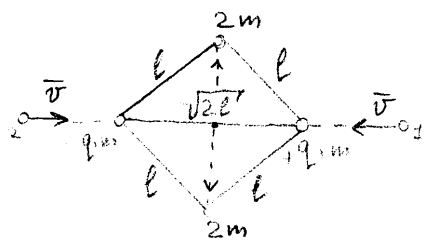
2) Дано:
 $l, |q_1|=|q_2|$
 $-q_2$
 q_1 и q_2 нм
 $M=2m$
 $|\vec{v}|=?$

Решение:



Рассмотрим 1ю систему тел $-q$ и $+q$ имеют ~~функцию~~ ~~одинаковую~~ массу. Эти тела имеют нулевой заряд \Rightarrow они будут притягиваться.

(2) Тела будут притягиваться друг к другу, до тех пор пока равна не будет квадратичная.



два тела 1 и 2 притягиваются друг к другу пока их расстояние не станет $s = \sqrt{2}l$. при этом 2 тела (2m), движутся на такое же расстояние $s = \sqrt{2}l$

Вероятно скорость 2х зарядов будет равна $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{u}$. тогда скорость 2х других тел будет равна как $\vec{v}'_1 = \vec{v}'_2 = \vec{u}'$, но будет в 2 раза меньше чем скорость первых 2х; $u' < u$, тогда $2u' = u$. не верно

(1) для тел 1 и 2 (q и $-q$) будет действовать сила Кулона $F_k = k \frac{|q_1| |q_2|}{r}$; так $|q_1|=|q_2|$, то $F_k = k \frac{|q|^2}{r}$; $r=l$

$\vec{F} = m\vec{a}$

(2) для 2х других тел.

$E_k = \frac{m'v^2}{2}$. приравняем их; $m'=2m$

$\frac{2m v^2}{2} = k \frac{|q|^2}{r}$; $m v^2 = k \frac{|q|^2}{r}$

тогда $v^2 = \frac{k |q|^2}{m r}$ $\Rightarrow v = \sqrt{\frac{k |q|^2}{m r}}$

$|\vec{u}| = \sqrt{\frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{m r}}$; u и $2u' = u \Rightarrow$

$\Rightarrow 2u' = \sqrt{\frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{m r}}$

не правильно
 запишем
 закон сохранения энергии



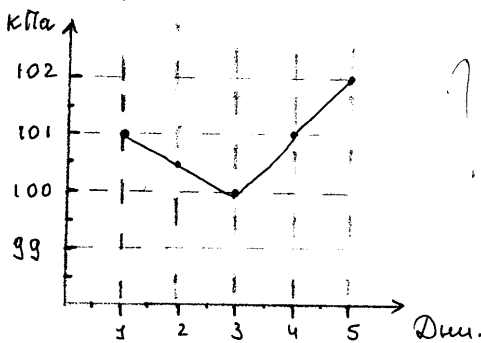
Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

5). (а) Для того чтобы найти (оценить) изменение массы воздуха в комнате, воспользуемся уравнением Клапейрона-Менделеева;

$$PV = \nu RT$$

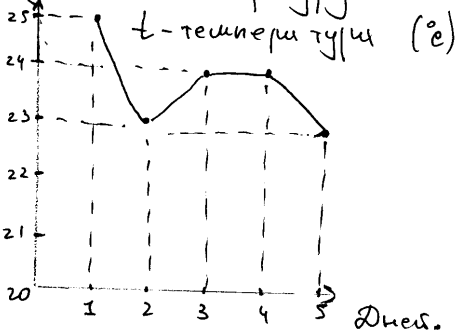
Оценим равнение комнаты; (при условии колеблющийся погоды)
 P - давление. (кПа)



	$P, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	T, K	R	$V, \text{м}^3$
1	101	25	298	8.31 $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$	50 м^3
2	100.5	23	296		
3	100	24	297		
4	101	24	297		
5	102	23	296		

$$T = t_0 + 273 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Оценим температуру комнаты (имеем ввиду воздух) за 5 д:



Дано:

$$\Delta P = 100 \text{ кПа}$$

$$\Delta T = 297 \text{ K}$$

$$V = hla$$

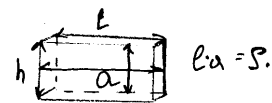
$$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$\Delta m = ?$$

Решение

(а) Пример комнаты.



Найдем объем комнаты.

$$V = hla, \text{ где}$$

$$2.5 \text{ м} = h - \text{высота}$$

$$5 \text{ м} = l - \text{длина}$$

$$4 \text{ м} = a - \text{ширина}$$

$$V = 2.5 \text{ м} \cdot 5 \text{ м} \cdot 4 \text{ м} = 50 \text{ м}^3 \rightarrow$$

$$\rightarrow PV = \nu RT; \Delta P \cdot hla = \frac{\Delta m}{M} R \Delta T, \text{ (где } \Delta T = \Delta t + 273 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

$$\Delta m = \frac{\Delta P h l a \cdot M}{R \cdot \Delta T}; \Delta m = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8.31 \cdot 297} = \frac{145000}{2468.07} = 58.7 \text{ кг.}$$

Следовательно: $\Delta m \approx 58.7 \text{ кг.}$

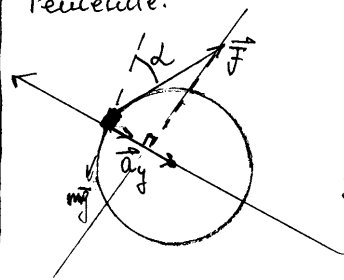
Ответ: $\Delta m \approx 58.7 \text{ кг.}$

10

③ Дано:
 $R, m,$
 $F, \alpha,$
 $\mu < \tan \alpha$

 $v = ?$

Решение:



(1) Спроецируем силу \vec{F} на R -луче окружности.
 Если тело движется по окружности, значит оно получает центростремительное ускорение (a_y)

$$\vec{F} = m \vec{a}_y; \quad \vec{a}_y = \frac{v^2}{R};$$

$$F = \frac{mv^2}{R}$$

ног N ?

Уравняем силы: $F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$?

$$F_{\text{тр}} = \mu N \sin \alpha$$

$$\mu N \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha \cdot \frac{mg}{N} \quad (N = mg)$$

$$\mu mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha \cdot \frac{mg}{N}$$

$$\mu g \sin \alpha = \frac{v^2}{R} \cos \alpha$$

$$v^2 = g \cos \alpha - \mu \sin \alpha \cdot R$$

$$v = \sqrt{g \cos \alpha - \mu \sin \alpha \cdot R} \Rightarrow v = \sqrt{g (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) R}$$

Средством скорости

$$v = \sqrt{g R (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}$$

$\mu < \tan \alpha$ - условие соблюдения.

Ответ: $v = \sqrt{g (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) R}$

②

ли какое направление ускорения?

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

4). Дано:

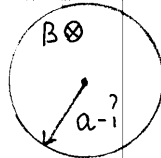
$R; B_0,$
 $r, t = r/2$

$T_0, B(t) = B_0 (1 - t^2/r^2)$

$a = ?$

Решение

1)



Рассмотрим данную систему координат с радиусом a вектор магнитной индукции $B(\otimes)$ от нас.

Каково направление если:

$\vec{F}_A = \vec{T}_0$ (где, F_A - сила Ампера)

не верно

$F_A = I B l \sin \alpha$, найдем неизвестное:

$I = \frac{q}{R}; \quad q = \left| \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right|;$

$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t R};$

$\Delta Q = \Delta B S \cos \alpha \quad (Q = \int B_n dS), \text{ тогда } I = \frac{\Delta B S \cos \alpha}{\Delta t R};$

т.к. рамка системы является окружением, найдем S

$S = 2\pi r^2;$

$I = \frac{\Delta B 2\pi r^2 \cos \alpha}{\Delta t R}$ (сила тока в системе).

т.к. $\vec{F}_A = \vec{T}_0 = I B l \sin \alpha$, то

не верно

$I = \frac{T_0}{B 2\pi r \sin \alpha}$

$I = \frac{\Delta B 2\pi r^2 \cos \alpha}{\Delta t R}$

где $2\pi r = l$. (l - длина окружности)

Скорее всего обе эти формулы приравняем:

$\frac{T_0}{B 2\pi r \sin \alpha} = \frac{\Delta B 2\pi r^2 \cos \alpha}{\Delta t R}$

$\Delta B 2\pi r \cos \alpha = \frac{T_0 \Delta t R}{B 2\pi r \sin \alpha};$

по условию задачи: $\Delta B = B$, т.к. $B \rightarrow 0 \Rightarrow \lim_{B \rightarrow 0} B_0 (1 - t^2/r^2) =$

$= B_0 - \frac{B_0 t^2}{r^2} = - B_0 \left(\frac{t^2 - r^2}{r^2} \right) \Rightarrow$ равенство соблюдается.

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

(Продолжение (4))

$$B 2\pi r \cos \alpha = \frac{T_0 \Delta t R}{B 2\pi \sin \alpha}$$

$$\nu = \frac{T_0 \Delta t R}{(B 2\pi \sin \alpha)(B 2\pi \cos \alpha)} \Rightarrow \frac{T_0 \Delta t R}{B^2 4\pi^2 \sin \alpha \cos \alpha} \Rightarrow \frac{T_0 \Delta t R}{B^2 2\pi^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$(1) 2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{T_0 \Delta t R}{B^2 2\pi^2 \sin 2\alpha}$$

Заменим решение общего вида на решение из задачи!

$$1) \Delta t = \frac{\Delta \tau}{2}$$

$$2) B(t) = B_0 \left(1 - \frac{t^2}{r^2}\right)$$

$$(B(t))' = \left(B_0 \left(\frac{r^2 - t^2}{r^2}\right)\right)'$$

$$B(t) = \frac{B_0}{r^2} (-2t)$$

$$\left(1 - \frac{t^2}{r^2}\right) = \left(\frac{r^2 - t^2}{r^2}\right) \cdot 40$$

3) r - радиус; $r = a$ (где a - радиус по условию).

$$a = \frac{T_0 \frac{\Delta \tau}{2} R}{\left(\frac{B_0}{r^2} (-2t)\right)^2 \cdot 2\pi^2 \sin 2\alpha}$$

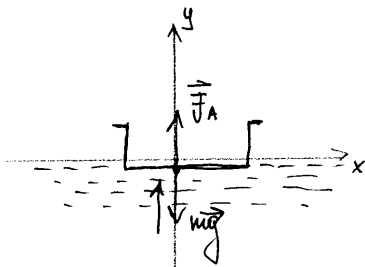
$$\text{Ответ: } a = \frac{T_0 \Delta \tau R}{2 \left(\frac{B_0}{r^2} (-2t)\right)^2 \cdot 2\pi^2 \sin 2\alpha}$$



Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

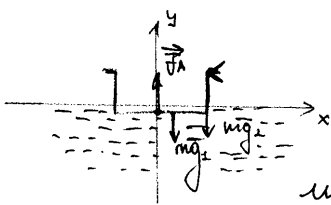
6)



(1) Тело (контейнер) плавает в воде
сверхвыгодно; $\vec{F}_A = \vec{F}_T$, где \vec{F}_A - сила Архимеда
 \vec{F}_T - сила тяжести.

$$\vec{F}_A = \vec{F}_T \Rightarrow \text{тело плавает.}$$

(2)

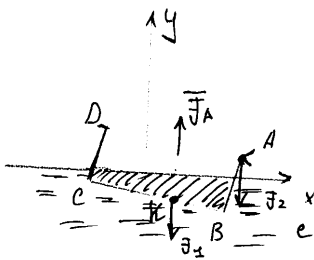


(2) * Тело (контейнер) прикреплено к грузу
сверхвыгодно ось равновесия тела
удерживает силой тяжести \vec{F}_T -
сбалансировать силу к грузу где рассмо-
трит вертикаль.

$$\vec{F}_{T0} = \vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2}$$

$$\vec{F}_{T0} = m_1 \vec{g} + m_2 \vec{g}$$

3)



(3) в контейнер налили воду,
теперь мы можем вернуть равновесие
отклонение от вертикали контейнера
вперед.

Тело отклоняется из-за того, что масса воды и масса «металла»
(коробка + грузики) малы; $\vec{F}_A < \vec{F}_T$ - следовательно тело
тонет (погружается), но \vec{F}_T все же имеет небольшую поправку
сверхвыгодно тело тем погружаясь на поверхность.
Таким образом были нарушены условия равновесия
моментов сил; $M_1 \neq M_2$ (тело не в равновесии)

(1) АВ - движется металлом силе \vec{F}_{T2} (грузики)
AB = L.

(2) KB - движется металлом силе \vec{F}_{T1} (контейнер)
тогда можно найти для системы (3)

$$M = (\vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2}) \cdot L$$

$$M = (\vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2}) \cdot AB \cdot KB; \vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2} = \vec{F}_0; AB \cdot KB = L$$

$$M = F \cdot L.$$

100

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}, \text{ коробка находится в равновесии рычага.}$$

Вывод: Тело находится в сторону приложения из-за силы тяжести и момента, что в совокупности дает отклонение от состояния равновесия.

Скорее всего при фиксированном приложении отклонение концы рычага незначительно, но есть.

При минимальном весе, тело будет отклоняться значительно в сторону приложения из-за веса и момента и из-за разности моментов сил с той же силой.

Т.е. равновесие нарушается тело погружается в воду и моменту сил тяжести (F_g) смещается в сторону приложения.