

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: П Р И С М О Т Р О В

Имя: К О Н С Т А Н Т И Н

Отчество: В А С И Л Ь Е В И Ч

Учащийся 11 класса школы № 40

города Томска  
(города/села, района)

Томской области  
(области)

Дата рождения 31.08.1997

Контактная информация – телефон(ы): 8-906-959-06-58

E-mail: henysberg@yandex.ru

Пункт проведения этапа ТПУ

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

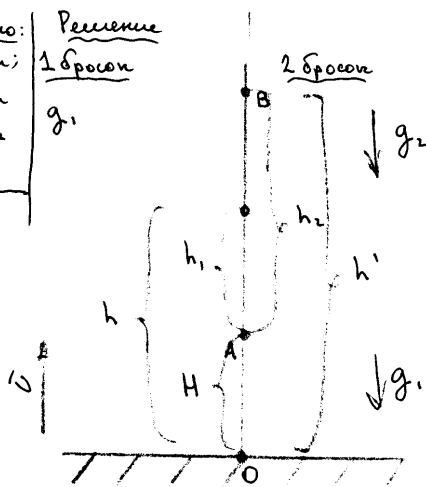
Личная подпись Григ

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
34	28.02.157	Касимов А.Г.	<i>Касимов</i>

① Дано: Решение  
 $H = 10 \text{ м};$   
 $h = 20 \text{ м}$   
 $g_1 = 2g_2$   
 $v_0 = 0$   
 $h' = ?$



1) Данное движение является равно-  
 ускоренным (равнозамедленным). Умо-  
 рение свободного падения препятствует  
 набору высоты мячом и направлено  
 против направления вектора скорости  $\vec{v}$   
 тела.

$$\begin{cases} a = g; \\ v = v_0 + at; \\ S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow h = \frac{gt^2}{2}; \\ S = h; \\ v_0 = 0 \end{cases}$$

Из найденной формулы видно, что высота  $h$   
 зависит от величины <sup>числителя</sup> свободного падения  $g$ .

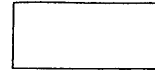
2) При первом броске тело после отметки А  
 ( $AO = H = 10 \text{ м}$ ) пролетело еще 10 метров под дейст-  
 вием ~~или~~ ускорения свободного падения  $g_1$ . При втором броске тело после  
 отметки А пролетит  $h_2$  метров под действием ускорения свободного падения  
 $g_2$ . Но т.к.  $g_1 = 2g_2$ , то  $h_2 = 2h_1$ , следовательно мяч наберет высоту  $g_2$   
 20 метров после отметки А при втором броске.

$$\begin{cases} h' = H + h_2; \\ h_2 = 2h_1; \\ h_1 = h - H; \end{cases} \Rightarrow h' = H + 2h_1 = 10 + 2 \cdot 10 = 30 \text{ (метров)}$$

Ответ:  $h' = 30$  метров.

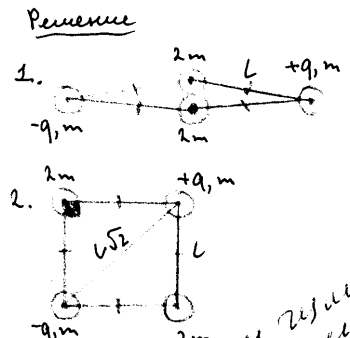
*10*

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

2) Дано:  
 $m_{1,2} = 2m$ ;  
 $m_{3,4} = m$ ;  
 $q_3 = -q$ ;  
 $q_4 = +q$ ;  
 $L$ ;  
 $|v_{1,2}| = ?$

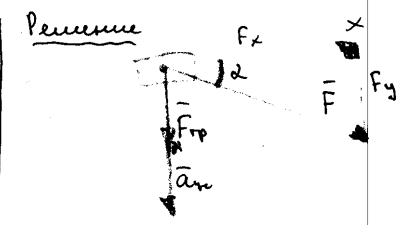


$\Rightarrow A = \frac{kq^2}{2L^2} \cdot L\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}kq^2}{2L}$

Преобразуем:  $\frac{\sqrt{2}kq^2}{2L} = mv^2$

Ответ:  $v_{1,2} = q \sqrt{\frac{0,7k}{Lm}}$

3) Дано:  
 Капсюль с радиусом R  
 шайбы с массой m  
 сила F;  $\alpha$ ;  
 $\mu$  ( $\mu < \text{ctg } \alpha$ )  
 $v = ?$



Уг. а. см:  $\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cos \alpha$ ;  
 $\sin \alpha = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \sin \alpha$ ;

$\begin{cases} F \cos \alpha = 0 \\ F_{\text{тр}} + F \sin \alpha = ma_{\text{ц}} \\ a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow F_{\text{тр}} + F \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{R(\mu mg + F \sin \alpha)}{m}}$

2) Даными тела (шарики) совершили работу  $A$ , которую можно выразить, исходя из теоремы о кинетической энергии тела.

$A = \Delta E_k = \frac{\lambda mv^2}{\lambda} - 0 = mv^2$ ; это значит

Но также справедливо:  $A = FS$ , где  $F = F_{\text{кул}}$ ;  $S$  равна диагонали образовавшегося квадрата, т.е.  $S = L\sqrt{2}$ ;  
 $\frac{k \cdot |q_3| \cdot |q_4|}{R^2} = \frac{q^2 k}{(L\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2L^2}$ ;  
 Тогда  $\mu mg + F \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}$ ;  
 $v \approx \sqrt{\frac{1,4kq^2}{2Lm}} \approx q \sqrt{\frac{0,7k}{Lm}}$

58

В данной силе сила трения  $F_{\text{тр}}$  играет роль центростремительного ускорения, т.к. движение по окружности.

$\vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$  ( $\vec{R} = m\vec{a}$  по II закону Ньютона)

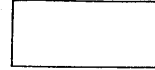
ОХ:  $F_x = 0$ ;  $\mu mg$ ;  
 Оу:  $F_{\text{тр}} + F_y = ma_{\text{ц}}$

$\mu mg + F \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}$ ;  
 $F_{\text{тр}} = \mu mg$ ;

59

2 стр.

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

④ Дано:  
 пробка с сопротивлением R  
 $B_0$ ;  $\alpha = 90^\circ$   
 $B(t) = B_0 \left(1 - \frac{t^2}{T^2}\right)$   
 макс. напр. пробки  $T_0$

Решение.

$B$

Ответ:  $a \leq 0,5 \text{ м}$ .

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

Найдем  $B(t)$  в момент времени  $t = \frac{T}{2}$ ,

$$B(t) = B_0 \left(1 - \frac{T^2}{4T^2}\right) = \frac{3}{4} B_0$$

$$F_p = B \cdot S \cdot \cos \alpha = BS \quad (\text{т.к. } \alpha = 90^\circ)$$

$$F_p = B \cdot \pi a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{F_p}{\pi \cdot B}} = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \approx 0,5 \text{ м}$$

*Иверт*

⑤ Дано:  
 $P, T,$   
 $V; M(\text{возд}) = 29,2 / \text{моль}$   
 $R;$

См

Решение

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad (\text{уравнение Менделеева-Клапейрона, связывающее эти величины})$$

$$\Rightarrow m = \frac{MPV}{RT}$$

Отсюда мы можем наблюдать зависимость: при увеличении атмосферного давления масса воздуха увеличивается, если остальные условия не изменились.

Приведем конкретный пример:

Допустим, что  $V_{\text{комн}} = 60 \text{ м}^3$ ;

$P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$  (это соответствует 760 мм ртутного столба)

$t = 0^\circ = 273 \text{ К}$

(- нормальные условия)

$$m_1 = \frac{MP_1 V}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01 \cdot 10^5 \cdot 60}{8,31 \cdot 273} = \frac{175740}{2268,63} \approx 77,4 \text{ (кг)}$$

Т.е. масса воздуха в комнате объема  $V = 60 \text{ м}^3$  равна 77,4 кг.

Допустим, что давление уменьшилось и стало равно  $9,86 \cdot 10^4 \text{ Па}$  (это соответствует 740 мм ртутного столба)

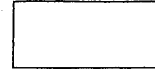
$$m_2 = \frac{MP_2 V}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 9,86 \cdot 10^4 \cdot 60}{8,31 \cdot 273} = \frac{171564}{2268,63} \approx 75,6 \text{ (кг)}$$

$m_1 > m_2, P_1 > P_2$ , т.е. при уменьшении атмосферного давления масса воздуха в комнате уменьшается пропорционально, при условии, что температура не изменяется.

$\Delta m = m_1 - m_2 = 1,8 \text{ кг}$ , т.е. при уменьшении атмосферного давления на 20 мм рт. столба, масса воздуха в комнате уменьшится на 1,8 кг.

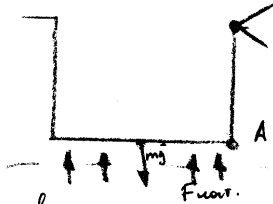
3 стр

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

- 6) Легкий пластиковый контейнер с прикрепленными к одному из бортов прищипками плавает на воде из-за того, что на него со стороны поверхности воды действует сила поверхностного натяжения воды, которая направлена на удержание контейнера в горизонтальном положении на поверхности воды.



Давление на поверхность воды со стороны контейнера максимально в точке А, но оно негативно, следовательно сила поверхностного натяжения воды. Давление максимально в точке А, т.к. масса борта увеличена за счет прищипок.

Когда в контейнер налили воду, то его масса увеличилась, а значит увеличилось давление, которое он оказывает на поверхность воды. Это давление оказывает достаточное, чтобы преодолеть силы поверхностного натяжения воды. Контейнер наклонился в сторону того борта, куда были присоединены прищипки, т.к. давление в точке А максимально. Также стоит отметить, что контейнер с водой не опускается ниже уровня воды в аквариуме, т.к. на него действует выталкивающая сила со стороны воды.

48

