

+ 

Шифр

122045

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Новак Александр Вадимович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва,

ГБОУ школа № 1524, класс 11

Регистрационный номер ШМ4812

Вариант задания 31

Дата проведения «22» МАРТА 2018 г.

Подпись участника 

(работой ознакомлен )

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2
0.5	1	1	0.5	1	1					
6	12	16	10	20	20					84

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 31

15.

Дано:

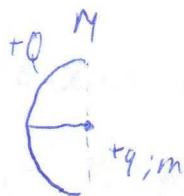
$+Q$

$+q; m$

$M; m$

$R; k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$v_{max} = ?$



По закону сохранения энергии и энергии соответственно:

$$\begin{cases} Mv = mv_{max} \\ E_0 = \frac{mv_{max}^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} \end{cases}$$

E_0 - энергия электрического взаимодействия в начале.

П.к. заряда положительный, то шарик будет ускоренно отдаляться от полусферы \Rightarrow в итоге он скатится на ∞ большом расстоянии от полусферы и именно в этот момент его энергия кинетическая будет максимальной ("изражается" вся энергия электр.-го взаимодействия и ускорение исчезнет).

Если бы была полная сфера с зарядом $+Q$, то энергия вз-я была бы равна:

$$E = \varphi \cdot q = k \frac{qQ}{R}$$

и здесь тоже же 49!

Но так как у нас лишь полусфера и по закону суперпозиции потенциалов ($\varphi_{полн} = \sum \varphi$)

энергия будет: $E_0 = \frac{\varphi}{2} \cdot q = k \frac{qQ}{2R}$ (п.к. $\varphi = \varphi_{полн} = 2\varphi$)

$\Rightarrow \varphi_{полн} = \frac{\varphi}{2}$

Результат:

$$\frac{k Q q}{2 R} = \frac{m v_{\max}^2}{2} + \frac{M u^2}{2}$$

$$\frac{k Q q}{R} = m v_{\max}^2 + \frac{M^2 v_{\max}^2}{M}$$

$$v_{\max}^2 = \frac{k Q q \cdot M}{R \cdot m (M+m)}$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{k Q q M}{R m (M+m)}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{k Q q M}{R \cdot m (M+m)}}$ ~ 6

Дано:

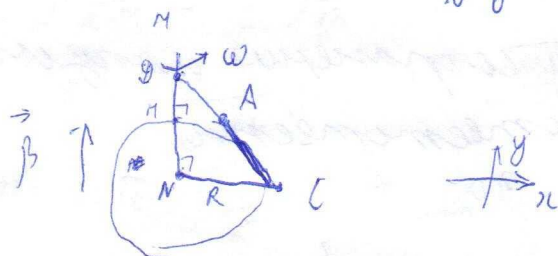
$$AC = \frac{2}{3} CD$$

$$\beta = 10^{-2} \text{ Тл}$$

$$R = 0,4 \text{ м}$$

$$\omega = 100 \text{ рад/с}$$

$$V_{AC} = ?$$



Также, для экр-ти, по которой движется м. А равен: $R \cdot \frac{2}{3} R \cdot \frac{1}{3} R$

(м.к. $AD = \frac{2}{3} DC$; $\triangle DHA \sim \triangle DNC$ - $\angle DHA = \angle DNC$;

$\angle DNC$ - острый).

Создавать разность потенциалов будет лишь часть ~~перпендикулярная~~ $\vec{\beta}$, т.е. проекция AC на ОХ (система координат привязана к NC, м.к. не вращается).

~~Также, для экр-ти, по которой движется м. А равен: $R \cdot \frac{2}{3} R \cdot \frac{1}{3} R$~~

Разность потенциалов, создаваемая на проводнике длиной l , движущегося со скоростью v в магнитном поле $\vec{\beta}$ перпендикулярно ему, равна: $V = v \beta l$

~~Также, для экр-ти, по которой движется м. А равен: $R \cdot \frac{2}{3} R \cdot \frac{1}{3} R$~~

$v = \omega r$ - в каждой м. проводника АС.

~~Выводим~~

тертисы АС, движущийся с разными ск-ми, можно заменить на другой, движущийся со средней ск-ю этого тертиса, которая будет равна: $v = \frac{v_A + v_C}{2}$

$$V_{AC} = v_{cp} \cdot \beta \cdot (r_C - r_A) = \frac{\omega \beta}{2} (r_C^2 - r_A^2) = \frac{8}{9 \cdot 2} \omega \beta R^2 = \frac{4}{9} \omega \beta \cdot R^2 = \frac{0.64}{9} \beta$$

Отв.: $V_{AC} = \frac{4}{9} \omega \beta R^2 = \frac{0.64}{9} \beta$ +

№3.

Дано: $R = 6,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $M_{H_2O} = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $M_{O_2} = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $m_{H_2O} = 54 \text{ г}$
 $m_{O_2} = 32 \text{ г}$
 $t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ К}$
 $V = 50 \text{ дм}^3 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$
 $V_{O_2} = ?$

Т.к. температура поддерживается в 100°С, то задано известно, что давление водяного пара равно атмосферному, т.е. $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ (если испариться не вся вода) в чей воде пренебрежимо мал.

Чтобы система наход-сь в состоянии равновесия необходимо, чтобы на давление на поршень слева будет равно давлению справа, а значит и сами давления будут равны.

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p_0 V_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} RT \Rightarrow V_{O_2} = \frac{8,31 \cdot 373}{10^5} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

Тогда $V_{H_2O} = V - V_{O_2} \approx 10^{-2} (5 - 3,1) \approx 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

Тогда: $p_0 \cdot V_{H_2O} = \frac{m_{\text{пара}}}{M_{H_2O}} \cdot R \cdot T \Rightarrow m_{\text{пара}} = \frac{10^3 \cdot 1,9 \cdot 18}{8,31 \cdot 373} \approx 11,2$

$m_{\text{пара}} < m_{H_2O} \Rightarrow$ действительно испарилась не вся вода

Отв.: $V_{O_2} = \frac{m_{O_2} RT}{M_{O_2} \cdot p_0} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

$$\begin{array}{l} M=3m \\ m \\ K \\ T=? \end{array}$$



3-я теорема для вращательного движения (используем условие равновесия $M \cdot R$):

$$(M+m) \cdot a \cdot R + mgR + Kx \cdot R - Kx_0 \cdot R = 0$$

При этом $Kx_0 = mg$, т.к. Kx_0 — это сила, создаваемая пружиной в положении равновесия.

$$(M+m) ax'' + Kx = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M+m}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$\text{Получаю, } T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 4\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\text{Ответ: } 4\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

1.

Дано: $g=10 \text{ м/с}^2$

$$\mu_1=0,2$$

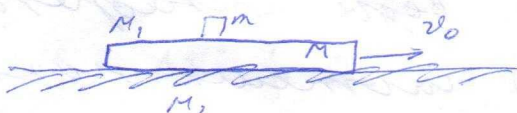
$$\mu_2=0,4$$

$$m=1 \text{ кг}$$

$$M=5 \text{ кг}$$

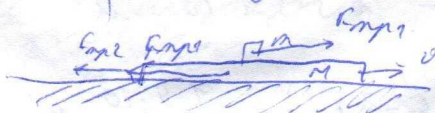
$$v_0=10 \text{ м/с}$$

$t=?$



П.к. $\mu_2 > \mu_1$, но сначала остановится доска (прежде, чем прекратится скольжение). Чтобы это доказать, разделим движение на два этапа:

1) ускоренное движение груза: $(v_0, \text{ груза})$



(вертикальные силы не указываем)

Возьмем записываем 3-ю теорему:

$$\begin{cases} F_{тр1} = m \vec{a}_m \\ F_{тр1} + F_{тр2} = M \vec{a}_M \Rightarrow a_M = M_2 g + \frac{m}{M} g (M_1 + M_2) \\ F_{тр1} = \mu_1 m g \\ F_{тр2} = \mu_2 M g (m+M) \end{cases} \quad \begin{cases} a_M = M_2 g + \frac{m}{M} g (M_1 + M_2) \\ a_m = -\mu_1 g \end{cases}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

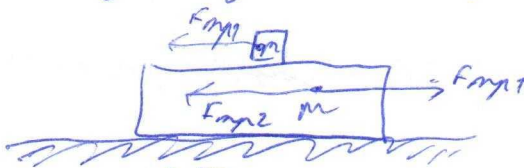
Вариант № 31

✓ 1. (продолжение)

Найдем время, когда блок блок закончится).

$$|a_m| \cdot t_1 = v_0 - |a_{M1}| t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{|a_m + a_{M1}|}$$

2 блок) замедленное движение (при $v_0 > t$, скорость груза больше начальной скорости доски, когда скорость груза = скорости доски)



Также указаны лишь горизонтальные силы

и (или)

$$\begin{cases} m \vec{a}_m = \vec{F}_{mp1} = a_m = \mu_1 g \\ F_{mp1} = m_1 m g \\ M \vec{a}_{M2} = \vec{F}_{mp2} + \vec{F}_{mp1} \\ F_{mp2} = M_2 (M + m) g \end{cases}$$

$$\Rightarrow a_{M2} = M_2 g + \frac{m}{M} g (-M_1 + M_2)$$

отсюда видно, что $a_{M2} > a_m \Rightarrow$

уже доска остановится до груза.

$|a_m| \cdot t_2 = |a_m| \cdot t_1$ (система, когда перестанет скользить, будет иметь нулевую ск-сть) $\Rightarrow t_2 = t_1$

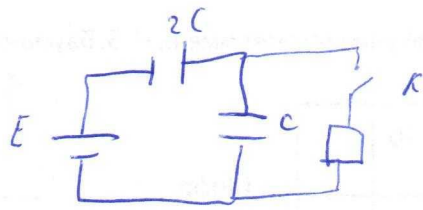
$$t = 2 t_1 = \frac{2 v_0}{M_1 g + M_2 g + \frac{m}{M} g (M_1 + M_2)} = 2 \frac{7}{9} \text{ м/с.}$$

$$\text{ответ: } \frac{2 v_0 \cdot M}{g (M_1 + M_2) (M + m)} = 2 \frac{7}{9} \text{ м/с}$$

время движения

√4

Дано:
 $E, C, 2C$
 $Q = ?$



Напряжение на конденсатор вначале:

$$E = U_{2C} + U_C$$

~~$E = 2U$~~

$$E = \frac{q}{2C} + \frac{q}{C} \Rightarrow q = \frac{2EC}{3} +$$

$$\Downarrow$$

$$U_{2C} = \frac{E}{3}$$

$$U_C = \frac{2E}{3}$$

После замыкания через какое-то время $U_{2C} = E$ и $U_C = 0$
 На нем заряд будет: $q_1 = \frac{E}{E} 2EC +$

$$\Downarrow$$

$$\Delta q = \frac{4}{3} EC - \text{заряд, потерянный}$$

после замыкания. ^{изменения}

По закону ~~сохранения~~ энергии:

$$\frac{CE^2}{2 \cdot 9} + \frac{4}{2 \cdot 9} CE^2 + \Delta q \cdot E = Q + \frac{CE^2}{2}$$

$$-\frac{2}{18} CE^2 + \frac{24}{18} CE^2 = Q \quad 0,5$$

$$\Downarrow$$

$$Q = \frac{20}{18} CE^2 = \frac{10}{9} CE^2 = 1 \frac{1}{9} CE^2$$

Ответ: ~~$1 \frac{1}{9} CE^2$~~ $\frac{2}{3} CE^2$