

+1
СН

Шифр 520006
(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Мокеев Александр Витальевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Мелезнодорож, школа Космонавтики

Регистрационный номер 7854

Вариант задания 11

Дата проведения «15» ноября 2010 г.

Подпись участника Мокеев

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

520006

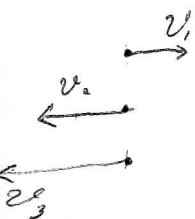
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

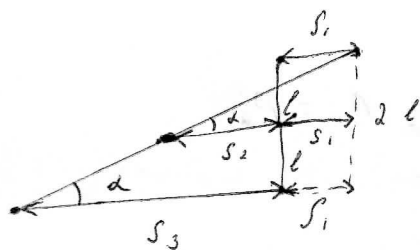
Вариант № 11

N1

1) Так как $|v_2| > |v_1|$, то пушечей В разогнана
выбегает влево со скоростью $|v_3| > |v_2|$



2) Через время τ :



Отсюда: $\tau \sin \alpha = \frac{2l}{S_3 + S_1}$; $\tau \cos \alpha = \frac{l}{S_1 + S_2} \Rightarrow$

~~тогда~~

$$\frac{2l}{S_3 + S_1} = \frac{l}{S_1 + S_2}, \quad \begin{aligned} S_3 &= v_3 \cdot \tau \\ S_2 &= v_2 \cdot \tau \\ S_1 &= v_1 \cdot \tau \end{aligned}$$

$$S_3 + S_1 = 2(S_1 + S_2)$$

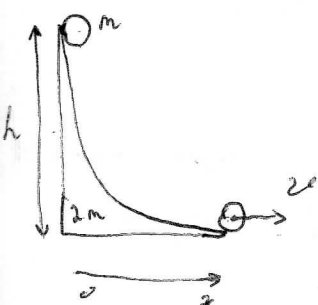
$$(|v_3| \tau) + (|v_1| \tau) = (2 |v_1| \tau) + (2 |v_2| \tau)$$

$$|v_3| + |v_1| = (2 |v_1|) + (2 |v_2|)$$

$$v_3 = (|v_1| + |2 v_2|) = 0,1 \text{ м/с} + 0,4 \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с}$$

Ответ: Влево; 0,5 м/с

N2



1) Запишем ЗСЛ на ось ОХ:

$$\sum P_o = \sum P_k, \quad P_o = 0 \text{ (в начале), т.е.}$$

$$0 = P_{\text{ш}} - P_k \Rightarrow P_k = P_{\text{ш}}$$

$$P_k = 2m \cdot v, \quad P_{\text{ш}} = m \cdot v^2$$

$$2m v = m v^2$$

$$v = 2V \quad (1)$$

P_k - кинетическая энергия пули

$P_{\text{ш}}$ - кинетическая энергия пушки

2) 263 300:

$$E_n = E_{k1} + E_{k2}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow gh = \frac{v^2}{2} + \frac{v^2}{2}$$

263 (11):

$$gh = \frac{v^2}{2} + \left(\frac{v^2}{2}\right)^2$$

$$gh = \frac{3v^2}{4} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$$

А значит импульс шарика после соударения с клином:

$$P_n = m \cdot v = m \cdot \sqrt{\frac{4gh}{3}} = 2m \cdot \sqrt{\frac{gh}{3}}$$

Ответ: $2m \cdot \sqrt{\frac{gh}{3}}$

N3

1) Запишем уравнение состояния для воздушного пара, находящегося в воздушном шарике, и после сжатия:

$$\begin{cases} P_1 \cdot V_1 = \nu_1 R T \\ P_2 \cdot \frac{V_1}{2} = (1 - 0,5) \nu_1 R T \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = 5 \Rightarrow 2 P_1 = P_2$$

2) ~~Запишем~~ Запишем эти уравнения в виде:

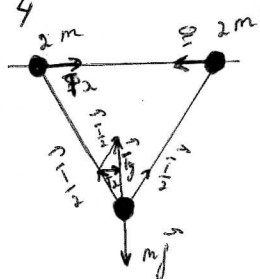
$$\begin{cases} P_1 \cdot V_1 = \frac{m_1}{M} R T \\ P_2 \cdot V_2 = \frac{m_2}{M} R T \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} P_1 &= \frac{P_1}{M} R T \\ P_2 &= \frac{P_2}{M} R T \end{aligned} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2}$$

Так как P_2 - это абсолютное давление пара при данной температуре, то:

$$\varphi = \frac{P_1}{P_2} = 50\%$$

Ответ: 50%

N4



1) Найдем T :

с помощью правила параллелограмма перенесем вектор \vec{F}_1 к концу второго вектора \vec{F} . Тогда:

$$T_y = T \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow T_y = T \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

А так как система находится в состоянии покоя, то: $T_y = mg$, тогда:

$$T \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = mg \Rightarrow T = \frac{2mg}{\sqrt{3}}$$

2) Найдем ускорение a_1 (каждого шарика $2m$).

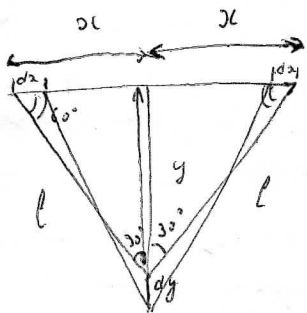
Со стороны веревки на него действует T_x :

$$T_x = \frac{T}{2} \cdot \sin 30^\circ = \frac{T}{4} = \frac{mg}{2\sqrt{3}}$$

По определению: $F = m \cdot a$, тогда:

$$2m \cdot a_1 = \frac{mg}{2\sqrt{3}} \Rightarrow a_1 = \frac{g}{4\sqrt{3}} \rightarrow \text{ускорение каждого груза } 2m.$$

3) Найдем a_2 - ускорение груза m :



Рассмотрим систему через малое время dt . Угол между сегментом и вертикалью не изменился; грузы $2m$ вместе с массой m направились вверх на величину dy .

Груз массы m опустился вниз на dy .

Из условия $l = \text{const}$; тогда:

$$l^2 = x^2 + y^2 \rightarrow \text{дифференцируем}$$

$$l^2 = (x - dx)^2 + (y + \frac{dy}{2})^2 \rightarrow \text{через } dt \text{ для проводов идеальной,}$$

$$x^2 + y^2 = x^2 - 2x dx + dx^2 + y^2 + y dy + \frac{dy^2}{4}$$

Пренебрежем dy^2 и dx^2 :

$$2x dx = y dy \Rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{y} = 2 \tan 30^\circ = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\textcircled{1} dy = \frac{2}{\sqrt{3}} dx$$

Два груза $2m$ перемещаются на dx вверх:

$$a_2 = \frac{2}{\sqrt{3}} a_1 = \frac{g}{6}$$

$$\text{Или: } \textcircled{2} a_1 = \frac{g}{4\sqrt{3}}; a_2 = \frac{g}{6}$$

N 5.

1) Найти $P(t_0)$; $T(t_0)$; $V(t_0)$.

$$P_1 = P(t_0) = \frac{P_0 \cdot (t_0 + t_0)}{t_0} = 2P_0$$

$$T_1 = T(t_0) = \frac{T_0 \cdot (t_0 + t_0)^2}{t_0^2} = 4T_0$$

уравнение состояния газа в начале и конце процесса:

$$\begin{cases} P_0 \cdot V_0 = \nu R T_0 \\ 2P_0 \cdot V_1 = \nu R \cdot 4T_0 \end{cases} \Rightarrow V_1 = 2V_0$$

2) При $t = 2t_0$: $T_{\text{при } t=3t_0}$

$$P_2 = 3P_0$$

$$T_2 = 3T_0$$

$$V_2 = 3V_0$$

$$P_3 = 4P_0$$

$$T_3 = 16T_0$$

$$V_3 = 4V_0$$

\Rightarrow

Процесс в PV

координатах -

прямая линия

~~это есть процесс~~

~~исходящий из состояния~~

~~в состоянии~~

~~будет~~

3) Записать первое начало термодинамики

изменение внутренней энергии

$$Q = (U_1 - U_0) + A$$

Тогда ~~мы знаем~~ ~~какая~~ ~~изменения~~ ~~температуры~~

$$Q = U_1 - U_0 + A$$

$$U_1 - U_0 = A$$

$$U_1 - U_0 = A$$

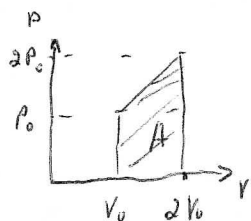
$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_0 \quad (\text{вдому: } T_0)$$

$$\text{а из (1): } \nu R T_0 = P_0 V_0, \text{ тогда:}$$

$$U_1 - U_0 = \frac{3}{2} P_0 V_0 \quad (U_1 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_0)$$

$$\frac{1}{2} \nu R T_0 - \frac{3}{2} \nu R T_0 = U_0 \Rightarrow U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0$$

4) Найти работу газа за время $[0; t_0]$:



$$A = \left(\frac{P_0 + 2P_0}{2} \right) \cdot V_0 = \frac{3P_0 V_0}{2}; \quad A = U_0 = 100 \text{ Дж}$$

Ответ: 100 Дж.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

520006

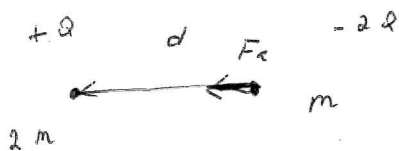
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 10

№ 6.

Протягивая пластину в поле однородного электрического заряда и массы. Размеры и ориентацию, и то как не влиять на время и приращение.



Предположим что поле "+Q" создает поле, которое возмущает на "-2Q".

$$F_e = k \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2} = \frac{k \cdot 2Q^2}{r^2}$$

$$F = M \cdot a = \frac{dv}{dt} \cdot 1,5m$$

(примем что из ориентации массы, для удобства вычисления)

$$\frac{k \cdot 2Q^2}{r^2} = \frac{dv}{dt} \cdot 1,5m$$

$$\frac{k \cdot 2Q^2}{1,5m r^2} = \frac{dr}{dt} \Rightarrow dt^2 k \cdot 2Q^2 = \frac{1}{2} r^2 dr$$

$$\frac{t \cdot k \cdot 2Q^2}{1,5m} = \int_0^d \int_0^d r^2 dr$$

$$\frac{t \cdot k \cdot 2Q^2}{1,5m} = \frac{r^4}{12} \Rightarrow t = \frac{r^4 \cdot 1,5m}{24k \cdot Q^2}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{r^4 \cdot 1,5m}{24k \cdot Q^2}$$

520006

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 10.6

1) Найти массу пустой части молока:

$$k = \frac{v_0}{v_k} = 0,8 \Rightarrow v_0 = 0,8 v_k$$

Запишем ЗСМ:

$$\sum P_0 = \sum P_k$$

$$\sum P_0 = (M+m)v_0; \quad \sum P_k = Mv_k - mv_0$$

где M - масса
остатков
молока ~~(остатков)~~
~~молока~~

$$\begin{cases} (M+m)v_0 = Mv_k - mv_0 \\ v_0 = 0,8 v_k \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = \frac{M}{10} - \text{в 10 раз меньше массы остатков молока.}$$

2) Найти массу свободно падающей:

максимальной пробой, при максимальном отскоке.
Пусть $S = 20 \text{ мм}$ - отскок, тогда после удара:

$$S = v_k \cdot t, \quad \text{А в это время с первой части молока:}$$

$$l = v_0 \cdot t. \quad \text{Тогда: } \frac{l}{S} = \frac{v_0}{v_k} \Rightarrow l = 0,8 S;$$

и l не может превышать 16 мм , но при этом
получается отрицательное значение.

3) Найти расстояние от задней стенки до:

$$r_{00'} = S + l = 1,8 S$$

$$r_{\text{мин}} = 36 \text{ мм}$$

$$r_{\text{мин}} > 0 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{M}{10}; \quad l \in (0; 16 \text{ мм}]; \quad r_{00'} \in (2; 36 \text{ мм}]$$