

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 26485

Класс 10 Вариант 8 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания ООО "Газпром Трансгаз Чайковский"

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ <u>30</u>		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>30</u>	<u>тридцать</u>	<u>[Signature]</u>

~ 1

1) Пусть начальная скорость тела - v_0 . Тогда по условию

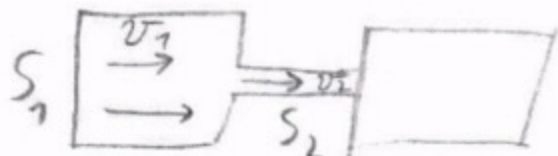
$$\frac{mv_0^2}{2} = E_{k0} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2E_{k0}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{1}} = \sqrt{20} \frac{м}{с}$$

2) В наивысшей точке траектории вертикальная скорость тела равна нулю, а горизонтальная скорость на протяжении всего полета остается постоянной, т.к. по горизонтали на тело никаких сил не действует, то есть скорость в верхней точке траектории равна горизонтальной скорости тела в начальный момент времени:

$$v = v_0 \cos 30^\circ = \sqrt{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{60}}{2} \approx 3,87 \frac{м}{с}$$

Ответ: $v = 3,87 \frac{м}{с}$ + (5)

~ 2



Т.к. масса жидкости, протекающая в трубах за ~~единицу времени~~ постоянна, то

$$m_1 = m_2;$$

$$m_1 = \rho V_1 = \rho l_1 S_1 = \rho v_1 S_1 \tau; m_2 = \rho V_2 = \rho v_2 S_2 \tau$$

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho v_1 S_1 \tau = \rho v_2 S_2 \tau \Rightarrow v_1 S_1 = v_2 S_2$$

Ответ $V_1 = S_1 v_1 \tau = Q \Rightarrow v_1 = \frac{Q}{S_1 \tau}$

Аналогично $v_2 = \frac{Q}{S_2 \tau}$

Давление течения жидкости в трубе со скоростью v , равно $p = \frac{\rho v^2}{2} \Rightarrow$ давление

в первой трубе $p_1 = \frac{\rho v_1^2}{2} = \frac{\rho Q^2}{2 \tau^2 S_1^2}$

во второй трубе $p_2 = \frac{\rho v_2^2}{2} = \frac{\rho Q^2}{2 \tau^2 S_2^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ разность давлений $\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{\rho Q^2}{2 \tau^2} \left(\frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right) =$

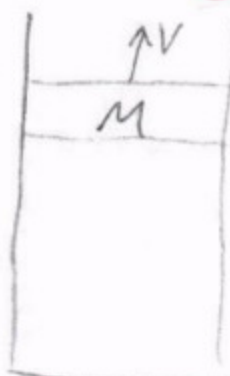
$= \frac{\rho Q^2}{2 \tau^2} \left(\frac{S_2^2 - S_1^2}{S_1^2 S_2^2} \right)$

Ответ: $\Delta p = \frac{\rho Q^2}{2 \tau^2} \left(\frac{S_2^2 - S_1^2}{S_1^2 S_2^2} \right)$

верно.

верно

~~$Q = \frac{M}{\tau} = \frac{\rho S v \tau}{\tau}$~~



1) Давление газа равно давлению, которое оказывает поршень: $p = \frac{mg}{S}$

2) Т.к. масса поршня, площадь соуса и угол с вертикалью не меняются $\Rightarrow$
 $\Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow$ процесс изобарный $\Rightarrow$

S

$\Rightarrow$ по закону термодинамики

$Q = \Delta V + A'$

3) Работа газа A' пошла на увеличение кинетической энергии поршня: $A' = \frac{mv^2}{2}$

и) Т.к. процесс изобарный, то $A' = p \Delta V = p(V_k - V_0)$
 $= pV_k - pV_0;$

5) По ур-ю соит. идеального газа

$$PV_k = \nu RT_k; PV_0 = \nu RT_0 \Rightarrow A' = \nu R(T_k - T_0)$$

6) Внутренняя энергия одноатомного газа $U = cT$
С другой стороны, энергия одной молекулы газа

$$E = \frac{1}{2} kT, \text{ тогда энергия } 1 \text{ моля газа}$$

$$E_0 = E \cdot N_A = \frac{1}{2} k N_A T = \frac{1}{2} RT$$

$$E_0 = U \Rightarrow c = \frac{1}{2} R \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{c}{R}$$

7) Изменение внутренней энергии газа

$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \nu R(T_k - T_0) = \frac{1}{2} A' = \frac{1}{2} \cdot \frac{M V^2}{2} = \frac{M V^2}{4}$$

$$= \frac{c M V^2}{R \cdot 2}$$

$$8) Q = \Delta U + A' = \frac{M V^2}{2} \left(\frac{c}{R} + 1 \right)$$

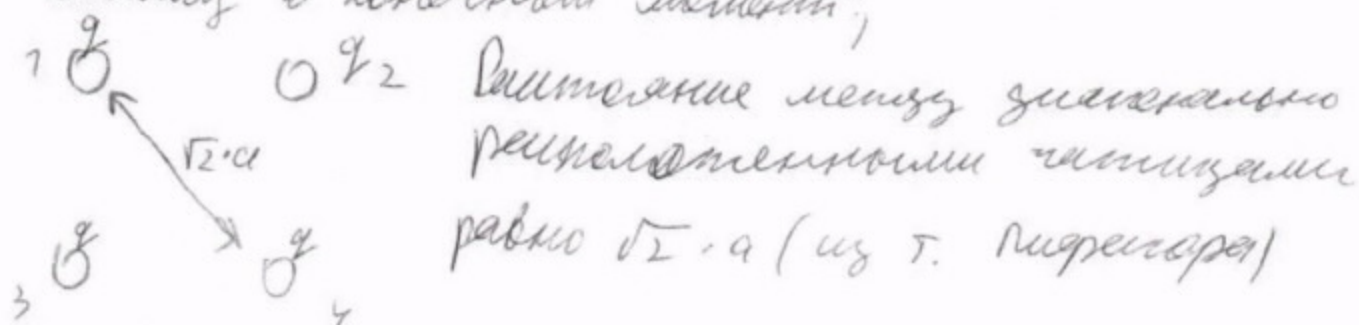
Ответ: $Q = \frac{M V^2}{2} \left(\frac{c}{R} + 1 \right) + \textcircled{5}$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & a & 0 & a \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

1) Найдем полную энергию взаимодействующих зарядов в начале. Для этого преобразуем энергию взаим-я каждой парой зарядов

$$\begin{aligned}
 E_0 &= E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{23} + E_{34} + E_{41} = \\
 &= \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{a} = \quad (+) \\
 &= \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{2} + 1 \right) = \frac{kq^2}{a} \cdot 4\frac{1}{3}
 \end{aligned}$$

2) Аналогично, найдем энергию взаимодействия частиц в конечный момент;



$$\begin{aligned}
 E_k &= E_{k12} + E_{k13} + E_{k14} + E_{k23} + E_{k24} + E_{k34} = \\
 &= \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} = \\
 &= \frac{kq^2}{a} \cdot \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) \quad (+)
 \end{aligned}$$

3) Разность, получившаяся для полной перемены, равна разности энергий. Тогда

$$\begin{aligned}
 A &= E_k - E_0 = \frac{kq^2}{a} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 4\frac{1}{3} \right) = \frac{kq^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) \approx \\
 &\approx 1,08 \frac{kq^2}{a}
 \end{aligned}$$

Ответ: $A = 1,08 \frac{kq^2}{a}$ + 5



~ 5

Если время деформации пружины много больше времени соударения шариков, то можно считать, что при ~~взаимном~~ соударении взаимодействовали шары массой m и $3m$.

Тогда, если после соударения шарик массой m движется со скоростью v , а шарик массой $3m$ - со скоростью v_1 , то по закону сохр. энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

По закону сохр. импульса

$$mV_0 = 3mv_1 - mv \Rightarrow v = 3v_1 - V_0$$

Из закона сохр. энергии

$$V_0^2 = 3v_1^2 + v^2 \Rightarrow v^2 = V_0^2 - 3v_1^2 = (3v_1 - V_0)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0^2 - 3v_1^2 = 9v_1^2 - 6V_0v_1 + V_0^2$$

$$12v_1^2 = 6V_0v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{V_0}{2} +$$

1) Если пружина полностью растянута, то скорость шариков от-но пружины будет равна нулю. Если она не будет равна нулю, то шарик еще проедет ее или станет равной нулю, а значит в момент отрыва выходящей из стана, скорость шариков будет отлична от нуля.

Пусть их скорости равны v_2 , тогда по закону
сохр. энергии, если пружина удлинилась на ΔL

$$\frac{3m \cdot v_1^2}{2} = \frac{5m v_2^2}{2} + \frac{k \Delta L^2}{2}$$

По закону сохр. импульса

$$3m \cdot v_1 = 5m \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{3}{5} v_1 = \frac{3}{10} v_0$$

$$\frac{3m \cdot \frac{v_0^2}{4}}{2} = \frac{5m \cdot 9v_0^2}{2 \cdot 100} + \frac{k \Delta L^2}{2}$$

$$\frac{3}{8} m v_0^2 - \frac{45}{200} m v_0^2 = \frac{k \Delta L^2}{2}$$

$$0,15 m v_0^2 = \frac{k \Delta L^2}{2}$$

$$\Delta L = \sqrt{\frac{0,3 m v_0^2}{k}}$$

Тогда максимальное расстояние между
маркерами $L_{\max} = L + \Delta L = L + \sqrt{\frac{3m v_0^2}{10k}}$

Ответ: $L_{\max} = L + \sqrt{\frac{3m v_0^2}{10k}} + \textcircled{5}$
~ 6

- 1) Найдем I космическую скорость v_1 на поверхности Земли
- $$F_{\text{тяг}} = m a \Rightarrow \frac{GMm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
- Если тело только преодолевает поле гравитации и мы
тажемы Земли, то его кинетическая энергия
на расстоянии $5R$ от центра Земли

ШИФР 26485

Земля было равна энергии гравитационного
взаимодействия этого тела с Землей, когда

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{GMm}{5R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{5} \cdot \frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{2}{5}} \cdot v_1 \approx 5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Теперь тело уже движется по круговой орбите
на расстоянии $5R$, но аналогично с

1 кругом, найдем его скорость:

$$m \frac{v_0^2}{R} = \frac{GMm}{25R^2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{GM}{25R}} = \frac{v_1}{5} = 1,58 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Тогда тело необходимо изменить скорость

$$\Delta v = v - v_0 = 3,42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Ответ: $\Delta v = 3,42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

+ (5)