



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

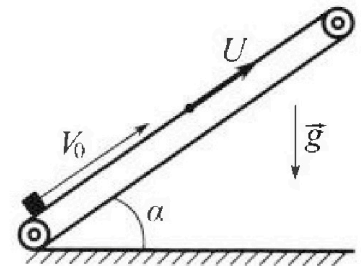
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.
- 1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.
  - 2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?
- Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление возд уха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

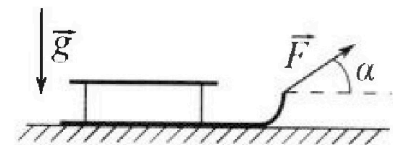
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?
- 3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

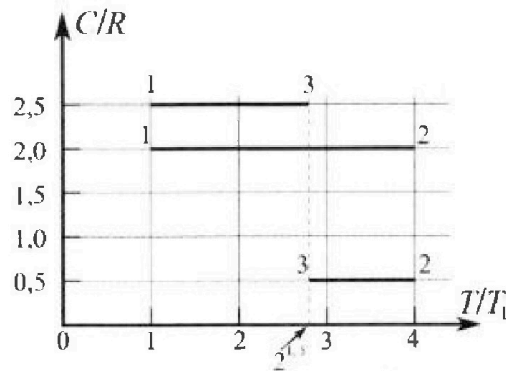
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



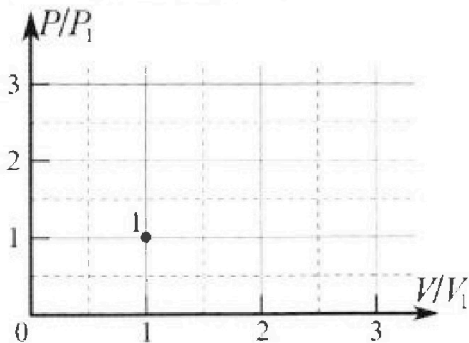
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



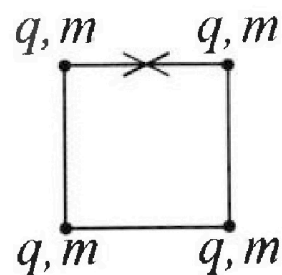
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

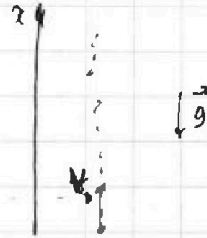


№1

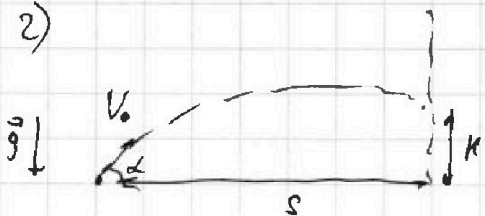
1) Как достигают максимальной высоты, когда его скорость равна нулю:

$$0 - v_0 = -gT$$

$$v_0 = gT = 20 \cdot 10 \frac{m}{c^2} = 20 \left( \frac{m}{c} \right)$$



2)



Далее максимальная высота  $H$

достигается при угле  $\alpha$

горизонтали. И достигается это за время  $t$ .

Получа, уравнение движения при этом:

$$\begin{cases} v_0 \cos \alpha \cdot t = S \\ v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H \end{cases}$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$tg \alpha S - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

~~$$\frac{S}{\cos \alpha} \left( \frac{gS}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} - 1 \right) = H$$~~

~~$$tg^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$~~

~~$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = tg^2 \alpha + 1$$~~

~~$$tg \alpha S + \frac{gS^2}{2v_0^2} (tg^2 \alpha + 1) = H$$~~

~~$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$~~

~~$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$~~

~~$$tg^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg}^2 \alpha + 1$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot S - \frac{gS^2}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = h$$

~~или~~  $x = \operatorname{tg} \alpha$

~~$-\frac{gS^2}{2v_0^2} x^2 + Sx - \frac{gS^2}{2v_0^2} - h = 0$  - квадратичная~~

~~функция, следовательно, т.к.  $-\frac{gS^2}{2v_0^2} < 0$~~

~~и имеет максимум~~

$$-\frac{gS^2}{2v_0^2} x^2 + Sx - \frac{gS^2}{2v_0^2} = h$$

$$f(x) = -\frac{gS^2}{2v_0^2} x^2 + Sx - \frac{gS^2}{2v_0^2} \quad \text{- квадратичная функция}$$

Следовательно, т.к.  $-\frac{gS^2}{2v_0^2} < 0$  имеет максимум

$$\text{при } x_0 = \frac{-b}{2a} = \frac{-S}{-\frac{gS^2}{v_0^2}} = \frac{v_0^2}{gS} \neq \frac{g^2 T^2}{gS} = \frac{gT^2}{S}$$

т.к.  $h$  - максимум, то  $h = f(x_0)$

~~$h = \frac{gS^2}{2v_0^2} \frac{g^2 T^2}{gS} + S \frac{gT^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2}$~~

$$h = \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{gS} + \frac{Sv_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{3g^2 T^2}{2g} - \frac{gS^2}{2g^2 T^2}$$
$$= \frac{3}{2} g T^2 - \frac{S^2}{2g T^2} = \frac{3}{2} \cdot 10 - 4 - \frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} = 60 - 5 = 55 \text{ (м)}$$

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $h = 55 \text{ м}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

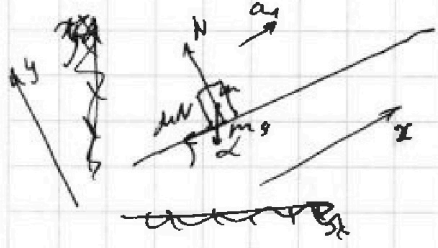
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2  
 // 1. В какой момент? Рассмотрим силы, действующие на коробку в контакте 1-го отката?



Пусть коробка движется с ускорением  $a_1$ .  $m$  - масса коробки.

Можно II з.к. в проекциях:

Ox: (параллельно склону)  
 $m a_1 = -\mu N - m g \sin \alpha$   
 Oy: (перпендикулярно склону)  
 $0 = N - m g \cos \alpha$

$N = m g \cos \alpha$

$m a_1 = -\mu m g \cos \alpha - m g \sin \alpha$

$a_1 = -g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

Ускорение будет отрицательное до момента, пока коробка не остановится, то есть

если  $T_0 = \frac{v - v_0}{a_1} = \frac{v_0}{g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

$= \frac{4}{10 - (\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5})} = \frac{4}{10 - 1} = 0,4 \text{ (с)}$

К этому моменту коробка пройдет путь  $\left\{ \frac{v_0^2}{2} \right\} = \frac{10 - 0,16}{2} = 0,8 \text{ (м)}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

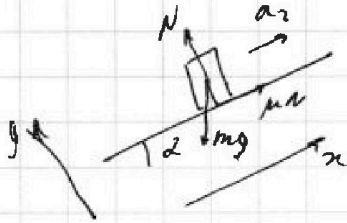
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2. Пассажиры после остановки сидят на корабле: ( $a_z$  - ускорение)



$O_x$ :

$$ma_z = \mu N - mg \sin \alpha$$

$O_y$ :

$$0 = N - mg \cos \alpha$$

$$ma_z = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a_z = g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = 10 \cdot \left( \frac{1}{3} - \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \right) = -\frac{3}{5} \cdot 10 = -6 \left( \frac{m}{c^2} \right)$$

$$|\vec{a}_z| = 6 \frac{m}{c^2}$$

П.а. до остановки корабля уже прошли путь

0,8 м за 0,4 с, значит за какое время

корабль пройдет путь  $S' = S - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$ :

$$\left\{ \frac{a_z t_2^2}{2} \right\} = S'$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S'}{|a_z|}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = T_0 + t_2 = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ (с)}$$

2) П.а. лента движется, она имеет длину  
и своё направление, когда скорость

~~ленты~~ скорости корабля, относительно

ленты становится равна нулю. П.а. необходимо

каким расстоянием до точки, где скорость



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

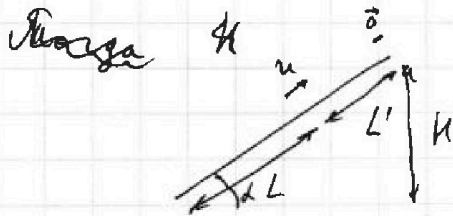
то, но т.к. силы, действующие на карбину

идентичны случаю 1.2 решенные, ускорение

карбины будет равно  ~~$a_2 = 6$~~   $|\vec{a}_2| = 6 \frac{m}{c^2}$ .

или  $a_2 = -6 \frac{m}{c^2}$  - то в направлении на ось, направ-  
ленную с вектором  $\vec{u}$ . Тогда путь карбины

до остановки:  $L' = \frac{0 - u^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} (m)$



$$k = (L + L') \cdot \sin \alpha = \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{75} (m)$$

$$\text{Ответ: } \vec{T} = \left( 0, 1 + \frac{1}{\sqrt{56}} \right) c; \quad L = 0,6 m; \quad k = \frac{56}{75} m.$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

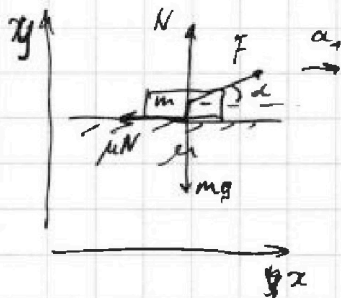
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N3

1) Будем считать сани материальной точкой,  
масса саней в первом случае: (масса саней,  $a_1$  - ускорение)



~~0x:~~  $0x:$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu N \quad (\text{II закон в проекции на } 0x)$$

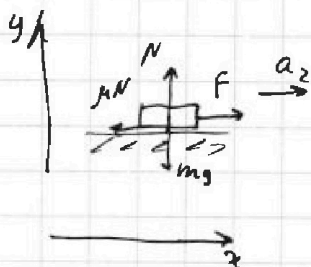
$0y:$

$$0 = N - mg + F \sin \alpha \quad (\text{II закон в проекции на } 0y)$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$ma_1 = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - mg \mu$$

~~0x~~ Во втором случае: ( $a_2$  - ускорение саней)



$0x:$

$$ma_2 = F - \mu N$$

$0y:$

$$0 = N - mg$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

П.к. санки за одну и ту же время разогнаны  
до одной и той же скорости в обоих случаях,  
ускорения  $a_1$  и  $a_2$  равны:

$$a_1 = \frac{V_0 - 0}{T_0} \quad a_2 = \frac{V_1 - 0}{T_1} \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow ma_1 = ma_2$$

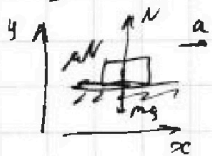
$$F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg = F - \mu mg$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$\mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

2) После прекращения действия силы  $F$ , санки будут  
замедляться под действием силы трения:



$$Oy: N = mg \quad (\text{I з.п. в вертикали})$$

$$Ox: ma = -\mu N \quad (\text{II з.п. в горизонт.})$$

$$a = -\mu g$$

$$T = \frac{0 - V_0}{a} = \frac{-V_0}{-\mu g} = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ; 2)  $T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МОТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№4

$$1) C_n \nu \cdot \Delta T_n = C_v \nu \Delta T_{12} + A_{12} \quad (C_{12} - \text{не берётся в 1-2; } \Delta T_n = T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \nu \Delta T_{12} (C - C_v); \quad C_v = \frac{3}{2} R \quad (\text{одноатомный газ})$$

Из графика:

$$\frac{\Delta T_n}{T_1} = \frac{4-1}{T_1} = \frac{3}{T_1}$$

$$\Delta T_{12} = 3 T_1$$

$$\frac{C_{12}}{R} = 2$$

$$C_{12} = 2R$$

$$A_{12} = 3 \nu T_1 \cdot R (2 - 1,5)$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 400 \cdot 8,31 = 600 \cdot 8,31 = 831 \cdot 6 = 4986 \text{ (Дж)}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

2) Из графика:

$$T_2 = 4 T_1; \quad T_2 = 4 \cdot T_1 = 1600 \text{ (K)}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 2^{\frac{3}{2}} T_1 = 2\sqrt{2} T_1 = 800\sqrt{2} \text{ (K)}$$

$$\frac{C_{23}}{R} = 0,5; \quad C_{23} = 0,5R$$

$$\frac{C_{31}}{R} = 2,5; \quad C_{31} = 2,5R$$

Наибольшее количество тепла подводилось к газу (270)



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$= \frac{24 - 8 + 4\sqrt{2} - 20\sqrt{2} + 10}{24} = \frac{26 - 16\sqrt{2}}{24} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

3) И.к. в каждом процессе  $C = \text{const}$ , где константа будет справедлива  $PV^h = \text{const}$ ,  $h = \frac{C - C_p}{C - C_v}$ .

Найдём с помощью графика и формулы объём в м. 2 и 3:

1-2:  $P_1 V_1^{-0.5} = P_2 V_2^{-0.5} = P V^{-1} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{P_1}{V_1} \quad P = V \frac{P_1}{V_1} \quad \frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}$

$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$\frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 2 \quad \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \quad 2 \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{2T_1} = 2$

процесс-  
трасса  
 $z = y$

2-3:  $P V^{-2} = P_2 V_2^{-2} = \text{const} \Rightarrow P_2 V_2^2 = P V^2$

$P_3 V_3^2 = P_2 V_2^2$

$T_2 V_3 = T_2 V_2$

$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{1}{2}$

$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{1}{2}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}^2$

$\frac{P}{P_1} = \frac{1}{\left(\frac{V}{V_1}\right)^2} \sim \frac{1}{V^2}$

$P = \frac{P_0 V_0^2}{V^2}$   
график

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_2 V_2}{T_3 V_1} = \frac{4 \cdot 2}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

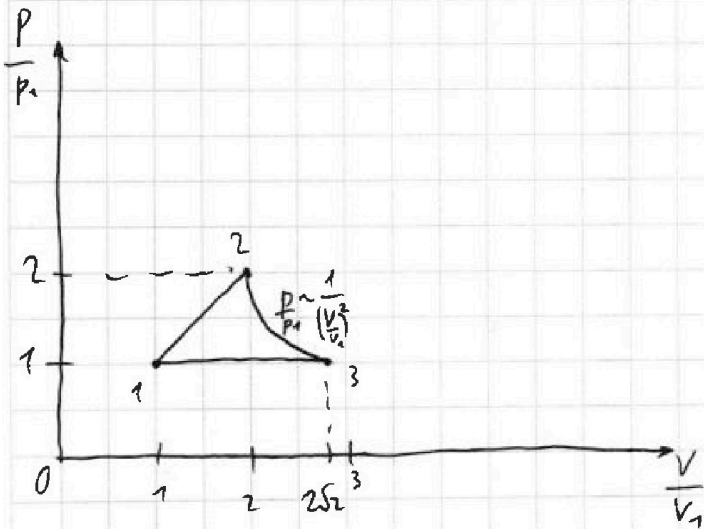
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{4}{\sqrt{2}} \frac{p_3}{T_3}$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{\sqrt{2} T_3}{4 T_1} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{2}}{4 \cdot 4} = 1$$

3-1:  $pV^{\frac{0}{\gamma}} = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$

$$p_3 = p_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{2\sqrt{2}}{1} = 2\sqrt{2}$$



Ответы: 1) 4986 Дж; 2)  $\frac{13-8\sqrt{2}}{12}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

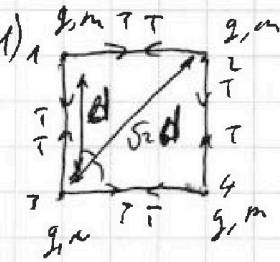
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N5

Пл.м. конструируем симметричную,

рассмотрим 1 шарик и действующие

силы на него силы: (шарик 3)

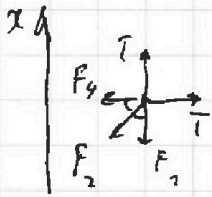
Пл.м. шарик покоится  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

Ох:

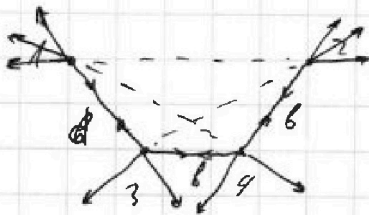
$$F_1 + F_2 \cos 45^\circ = T; \quad F = \frac{k(q_1 q_2)}{r^2}$$

$$k \frac{q^2}{d^2} + \frac{k q^2}{2d^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = T$$

$$T = \frac{k q^2 (4 + \sqrt{2})}{4 d^2}$$



2) Рассмотрим конструировать в произвольной  
момента времени:



$$\text{или } 0 = 2v_1 + 2v_2$$

$$v_1 = -v_2$$

$$\text{или } \frac{4kq^2}{2} = 4 \frac{2q^2}{d} + \frac{F^2}{2d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

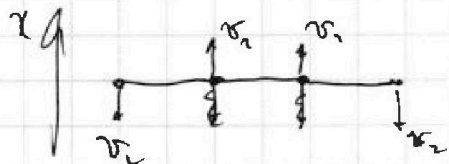
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2) П.к. шары взаимодействуют только между собой, выполняются ЗСН



$$0x: 2v_1 + 2v_2 = 0$$

$$v_1 = -v_2$$

$$ЗСЭ: k = W_0 - W_1; W = \frac{kq_1q_2}{r}$$

$$\frac{mv^2}{2} = 4 \left( 2 \frac{kq^2}{d} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}d} \right) - 2 \left\{ \frac{kq^2}{d} \left( 1 + \frac{1}{2d} + \frac{1}{3d} \right) - 2kq^2 \left( \frac{2}{d} + \frac{1}{2d} \right) \right.$$

$$\left. \frac{mv^2}{2} = \frac{kq^2}{d} \left( \frac{2}{d} + \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{d} - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{2}{d} - \frac{1}{2} \right) \right.$$

$$v^2 = \frac{kq^2}{md} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

$$v = q \sqrt{\frac{k}{md} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{9d^2}; v = q \sqrt{\frac{k}{md} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)}$$