



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.

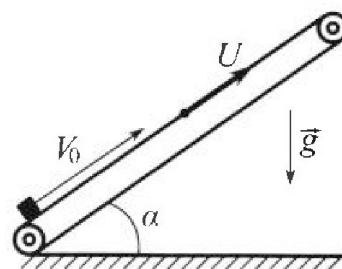
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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/с². 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.

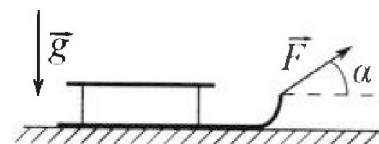
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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 μ 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.

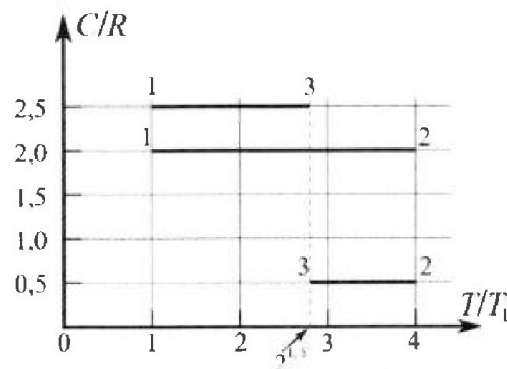


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

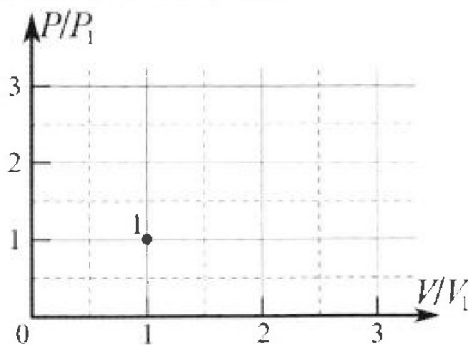
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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 η 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.



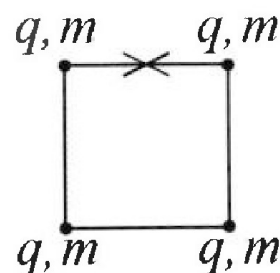
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 вверху (на рисунке)?



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

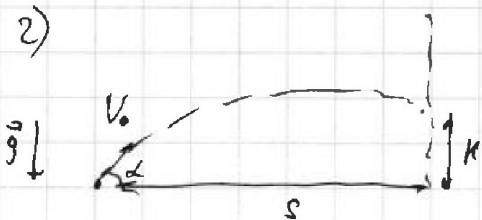
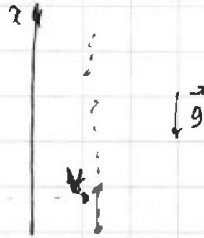
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1

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

$$\frac{0 - V_0}{-g} = T$$

$$V_0 = gT = 20 \cdot 10 \frac{m}{c^2} = 20 \left(\frac{m}{c} \right)$$



Далее максимальная высота H достигается при угле α и горизонтально. И достигается в t время t .

Получа, уравнение движения при α :

$$\begin{cases} V_0 \cos \alpha \cdot t = S \\ V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H \end{cases}$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$tg \alpha \cdot S - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

$$\begin{aligned} \frac{S}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} &= H \\ \frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} &= H \\ \frac{S \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} &= H \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha &= 1 \\ \sin^2 \alpha &= 1 - \cos^2 \alpha \\ \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} &= H \\ \frac{1 - \cos^2 \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2}}{\cos^2 \alpha} &= H \\ \frac{1 - \cos^2 \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2}}{\cos^2 \alpha} &= H \end{aligned}$$

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!

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

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

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

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

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

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

$$\text{при } x_0 = \frac{-b}{2a} = \frac{-S}{-\frac{gS^2}{v_0^2}} = \frac{v_0^2}{gS} = \frac{20^2}{9 \cdot 10} = \frac{40}{9}$$

т.к. h - максимум, то $h = f(x_0)$

$$h = \frac{gS^2}{2v_0^2} x_0^2 + Sx_0 - \frac{gS^2}{2v_0^2} =$$

$$h = \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + \frac{Sv_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{3g^2 T^2}{2g} - \frac{gS^2}{2g^2 T^2} =$$

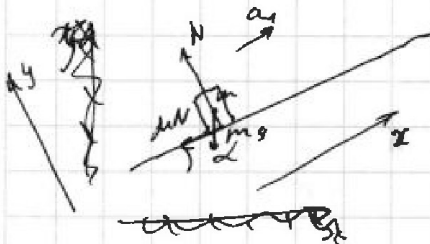
$$= \frac{3}{2} g T^2 - \frac{S^2}{2g T^2} = \frac{3}{2} \cdot 10 - 4 - \frac{100}{2 \cdot 10 \cdot 9} = 60 - 5 = 55 \text{ (м)}$$

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

N2

1. В какой момент? Рассмотрим силы, действующие на коробку в начале 1-го отрыва?



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

Можно II з.Н. в проекциях:

Ox: (параллельно склону)

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

Oy: (перпендикулярно)

$$0 = N - m g \cos \alpha$$

$$N = m g \cos \alpha$$

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

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

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

$$t_0 = \frac{v - v_0}{a_1} = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} =$$

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

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

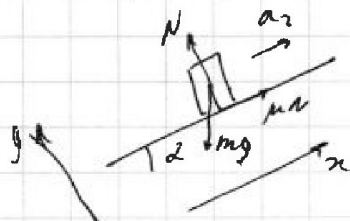
$$|\vec{a}_1| = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot \frac{16}{25} = 6,4 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

К этому моменту коробка пройдет путь $\frac{v_0^2}{2|\vec{a}_1|} = \frac{10 - 0,16}{2} = 4,92 \text{ (м)}$

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!

2. Поезд после остановки сходит на рельсы: (a_z - ускорение)



O_x :

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

O_y :

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

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

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

$$|\vec{a}_z| = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

П.а. до остановки поезда уже прошла путь

0,8 м за 0,4 с, катясь за какое время

поезда 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. лентя движется, сила трения изменяет своё направление, когда скорость

~~обратится~~ скорости коробки, относительно

ленты станет равна нулю. П.к. необходимо

найти расстояние, 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

☐

МФТИ

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

коробки в лабораторной системе С.О. Будет равна
скорости ленты, ~~так как лента не останавливается~~
направленные силы нулевы до тех пор будет
постоянно. Следовательно мы можем использовать
формулу из пункта Физ. 1.1 ^(по отклонению) ~~формулу~~. Учитывая,
что коробка двигалась прямолинейно, и
не меняя направленные скорости, расстояние
до точки, где скорость коробки будет равна u ,
^(от начала)
равно $\frac{u^2 - v^2}{2a_x}$, пройденному ~~путь~~ коробкой
до этого момента:

$$L = \frac{u^2 - v^2}{2a_x} = \frac{4 - 16}{-2 \cdot 10} = \frac{-12}{-20} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ (м)}$$

3) Найдём расстояние, которое коробка пройдёт
от ~~начала~~ точки, где её скорость была равна
скорости ленты, до точки, где коробка остановится
(в лабораторной С.О.). Заметим, что после
того, как скорости коробки и ленты сравняются,
сила трения сменила своё направление на проти-
воположное, т.е. отрицательная скорость
коробки его тоже сменила. Тогда ~~путь~~ ~~пройденный~~

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!

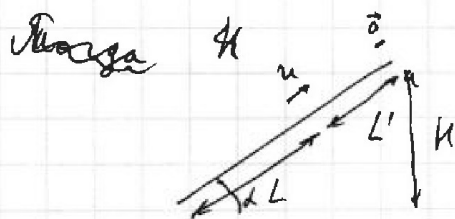
Вс, Но т.к. силы, действующие на коробку

идентичны случаю 1.2 решение, ускорение

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

или $a_2 = -6 \frac{m}{c^2}$ — в проекции на ось, направ-
ленную с вектором $\vec{u}$. Тогда путь короб-
ки

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



$$H = (L + L') \cdot \sin \alpha = \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{15} (м)$$

Ответ: $\vec{r} = \left(0, 1 + \frac{1}{\sqrt{10}} \right) c$; $L = 0,6 м$; $H = \frac{56}{15} м$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

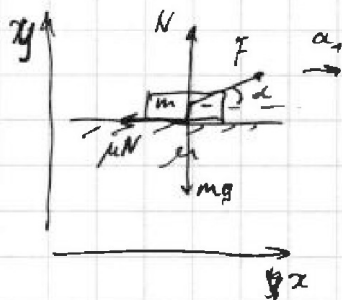
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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)



O_x :

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

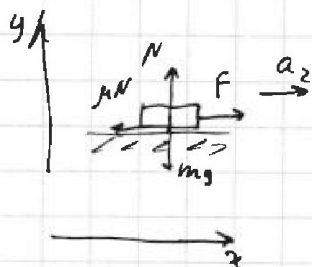
O_y :

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

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

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

Во втором случае: (a_2 - ускорение саней)



O_x :

$$ma_2 = F - \mu N$$

O_y :

$$0 = N - mg$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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:

$$a_1 = \frac{V_0 - 0}{T_0} \quad a_2 = \frac{V_0 - 0}{T_0} \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow m a_1 = m a_2$$

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

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

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

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

2) После прекращения действия силы F , санки будут
замедляться из-за действия силы трения:



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

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

$$a = -\mu g$$

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

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

N4

$$1) C_n \nu \cdot \Delta T_n = C_v \nu \Delta T_n + A_n \quad (C_n - \text{неизвестно в 1-2; } \Delta T_n = T_2 - T_1)$$

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

Из графика:

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

$$\Delta T_n = 3 T_1$$

$$\frac{C_n}{R} = 2$$

$$C_n = 2R$$

$$A_n = 3 \nu T_1 \cdot R (2 - 1,5)$$

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

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

2) Из графика:

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

$$\frac{T_3}{T_1} = 2^{\frac{3}{2}} T_1 = 2,5 T_1 = 800,52 \text{ (K)}$$

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

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

Найдём количество теплоты подводимое к газу ($Q > 0$)

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!



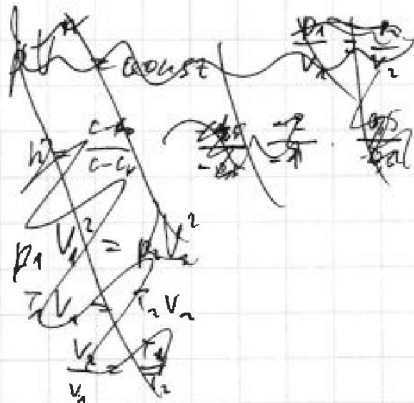
и отводимое от него ($Q < 0$).

$$Q_{12} = C_{12} \cdot \nu \cdot \Delta T_{12} = 2R \cdot \nu \cdot (T_2 - T_1) = 2400 - 8,31 \cdot (82)$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \nu \cdot \Delta T_{23} = 0,5R \cdot \nu \cdot (T_3 - T_2) = 200 - 8,31 \cdot (252 - 4) < 0 \quad (252 < 4)$$

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \nu \cdot \Delta T_{31} = 2,5R \cdot \nu \cdot (T_1 - T_3) = 2500 - 8,31 \cdot (1 - 252) > 0$$

$$Q_{31} < 0$$



П.к. в каждом из этих процессов $C = \text{const}$, в нем
в зависимости от того, будет ли процесс изотермическим, либо
полностью изотермическим. Тогда

$$A_z = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} - (Q_{21} + Q_{32})$$

$$\eta = \frac{A_z}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} - (Q_{21} + Q_{32})}{Q_{12}} = \frac{2400 - 200(4 - 252) - 1000(252 - 1)}{2400 - 8,31} = 96,2452 - 2050$$

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!

МФТИ

$$= \frac{24 - 8 + 452 - 2052 + 10}{24} = \frac{26 - 1652}{24} = \frac{13 - 852}{12}$$

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

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

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

график
прямая
 $z = y$

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

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_1^2}{T_1} = \frac{P_2^2}{T_2}$$

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

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

$$2-3: PV^{\frac{-2}{-1}} = PV^2 = \text{const} \Rightarrow P_2 V_2^2 = P V^2$$

$$\begin{aligned} P_3 V_3^2 &= P_2 V_2^2 \\ T_3 V_3 &= T_2 V_2 \\ \frac{V_3}{V_2} &= \frac{T_3}{T_2} \end{aligned}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{2-4}{\left(\frac{V}{V_1}\right)^2 \cdot V_1^2}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_2 V_2^2}{V^2} \\ P &= \frac{P_2 V_2^2}{V^2} \\ P &\propto \frac{1}{V^2} \\ \frac{P}{P_1} &\sim \frac{1}{\left(\frac{V}{V_1}\right)^2} \end{aligned}$$

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

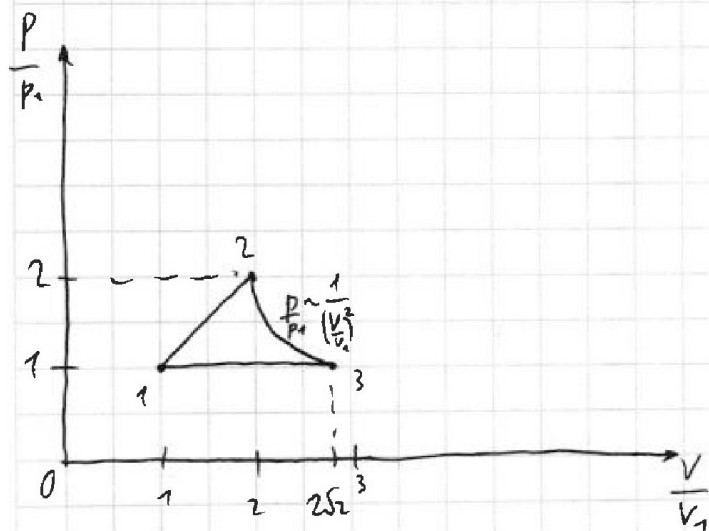
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_2}{T_3} \frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}}$$
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{4}{\sqrt{2}} \frac{p_3}{T_3}$$
$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{\sqrt{2} T_3}{4 T_1} = \frac{\sqrt{2} - 2\sqrt{2}}{4 - 4} = 1$$

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

$$p_3 = p_1$$

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

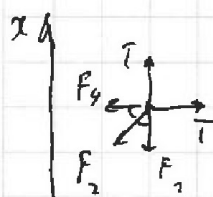
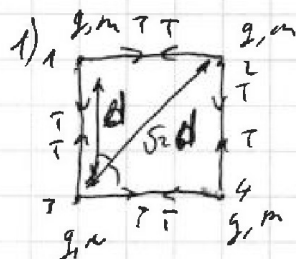


Ответы: 1) 4986 Дж; 2) $\frac{13-8\sqrt{2}}{12}$

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



П.м. конструкция симметрична, рассмотрим 1 шарик и действующие на него силы: (шарик 3)

П.м. шарик покоится $\sum \vec{F} = \vec{0}$

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 конструкцию в произвольный момент времени:



$$0 = 2v_1 + 2v_2$$

$$v_1 = -v_2$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

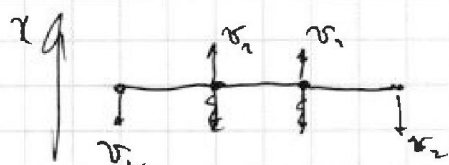
решение которой представлено на странице:

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
между собой, выполняются
ЗСН



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

$$v_1 = -v_2$$

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

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

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

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

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

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

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