



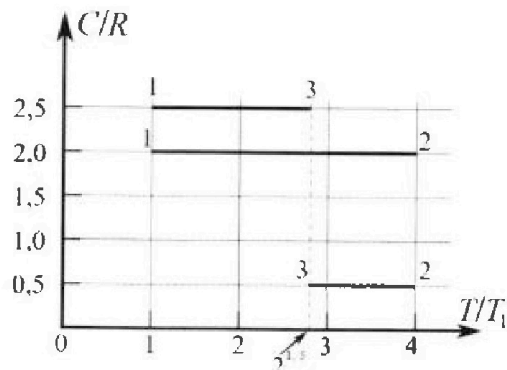
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

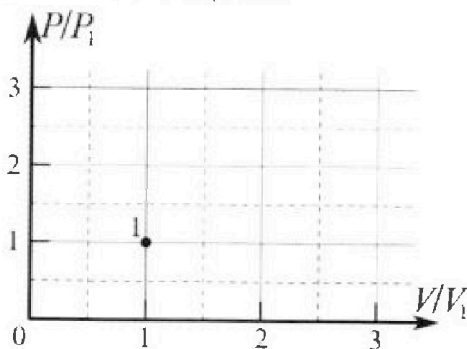
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



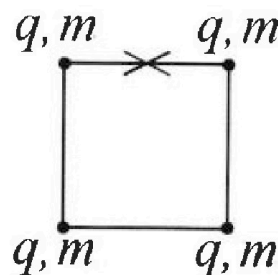
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



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.

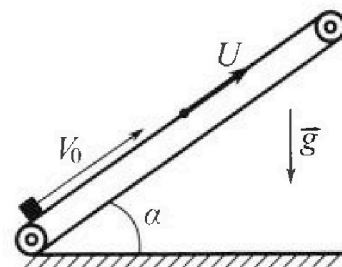
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

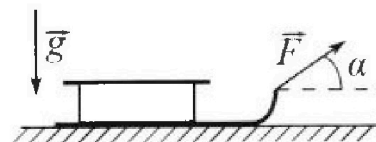
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



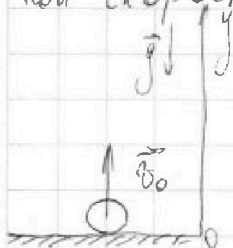
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

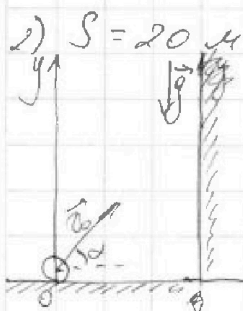


1) $T = 2\text{ с}$ $v_0 = ?$

Движение вертикальное $\Rightarrow v_0 = v_y$, где v_y - проекция начальной скорости на ось Oy , а v_{0y} - проекция начальной вертикальной скорости



Из симметрии движения относительно времени известно, что для того чтобы шар (мяч) вернулся на землю, после своей максимальной высоты ему понадобится такое же время $\Rightarrow 0 = 0 + v_0 \cdot 2T - g \cdot 4T^2$
 $g \cdot 2T^2 = v_0 \cdot 2T \quad | : 2T^2$
 $g \cdot 2T = v_0; \quad v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Введем ось x , как это показано на рисунке. Теперь Техникет посматривает мяч под некоторым углом α к горизонту (оси Ox) (см. рис). На систему действует только вертикальное ускорение. Разобьем начальную скорость на проекции по осям Ox и Oy .

$v_{0x} = v_0 \cos \alpha = v_x$ (следствие отсутствия горизонтального ускорения)

$v_{0y} = v_0 \sin \alpha; \quad v_y = v_{0y} - gt$, где t - время прошедшее от броска, $\Rightarrow v_y = v_0 \sin \alpha - gt$

Запишем уравнения движения от времени

$x = x_0 + v_{0x}t$; как получилось, чтобы x оказался равным S
 $x_0 = 0 \Rightarrow S = v_x t = v_x T$. Зс T обозначим время нахождения мяча до момента стекки, тогда:

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

Как важна высота в этот момент времени h

$y = h = y_0 + v_{0y}T - \frac{gT^2}{2}; \quad y_0 = 0$
 $h = v_0 \sin \alpha \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$h = 20 \tan \alpha - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot \cos^2 \alpha} = 20 \tan \alpha - 5 \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 5 \left(4 \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} - 1 \right)$

высота h будет максимальной, когда $\left(4 \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} - 1 \right)' = 0$

исст 1 из 10

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

$$\left(\frac{4 \sin \alpha \cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} \right)' = h = 5 \left(\frac{4 \sin \alpha \cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$4 \sin \alpha \cos \alpha - 1 = x (\cos^2 \alpha) (1 - \sin^2 \alpha)$$

$$\sin \alpha = a$$

$$x \sin^2 \alpha \quad x a^2 + 4 a \sqrt{1-a^2} - (1+x) = 0$$

$$h = 5 \left(\frac{4 \sin \alpha \cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$(4 \sin \alpha \cos \alpha - 1)' = (2 \sin 2\alpha - 1)' = 2 \cdot 2 \cos 2\alpha = 4 \cos 2\alpha$$

$$(\cos^2 \alpha)' = 2 \cos \alpha (-\sin \alpha) = -2 \sin 2\alpha$$

$$\left(\frac{u}{v} \right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2} \Rightarrow \left(\frac{4 \sin \alpha \cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} \right)' = \frac{4 \cos 2\alpha \cdot \cos^2 \alpha - (4 \sin \alpha \cos \alpha - 1)(-2 \sin 2\alpha)}{\cos^4 \alpha}$$

= 0 (т.к. мы ищем α соответствующее экстремуму)

$$4(2 \cos^2 \alpha - 1) \cos^2 \alpha + (4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \sin 2\alpha \cdot 2\alpha) = 0$$

$$8 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha + 4 \cos^4 \alpha - \sin 2\alpha = 0 \quad \alpha \neq \pi$$

$$12 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0; \cos \alpha = x$$

$$12x^4 - 4x^2 - 2x\sqrt{1-x^2} = 0 \quad | :2x$$

$$6x^3 - 2x = \sqrt{1-x^2}$$

$$1-x^2 = 36x^6 + 4x^2 - 24x^4 \quad v^2 = 0$$

$$36x^6 - 24x^4 + 4x^2 - 1 = 0$$

$$a = \frac{1}{2} \quad \frac{36}{8} - 6 - 1 + \frac{5}{2} = \frac{14}{2} - 7 = 0 \quad - \text{yq.}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

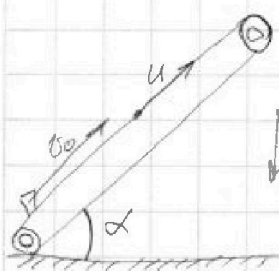
$$h = 5 \left(\frac{4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 1}{\frac{1}{4}} \right) = 20(\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Ответ: } B_0 = 20 \frac{\mu\text{T}}{c}$$

$$h = (20\sqrt{3} - 20) \mu\text{T}$$

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) $U=0$ $V_0=4 \frac{m}{c}$ $\mu=\frac{1}{3}$ $S=1m$ $T=?$

Рассмотрим силы, действующие на коробку и запишем II закон Ньютона

$$Oy: -mg \cos \alpha + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: -F_{тр} - mg \sin \alpha = ma$$

$$F_{тр} = \mu N \Rightarrow F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

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

Запишем закон движения коробки:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x = S = 4 - 5(\cos \alpha + \sin \alpha)t^2$$

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

$$0,64 + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = 0,36 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$1 = 4 - 5(0,6 + 0,8)t^2$$

$$5t^2 - 4 = 0 \quad D =$$

$\Rightarrow a = -g(0,6 + 0,8) = -1,4g$; $\Rightarrow$ Рассмотрим малый кут: $S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 1,4g} = 0,8m \Rightarrow$ часть кута коробка пройдет вниз, кол для начала ускорения времени подвеса:

$$S = 0,8 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 1,4g} = 2t$$

$$t_{подвеса} = 0,4c$$

Теперь рассмотрим силы действующие на коробку, когда она движется вниз: малая сила трения (сила трения 70 есть

$$a_x = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = -0,6g = -0,6 \frac{m}{c^2}$$

$$0,2 = 0 + \frac{6t^2}{2}$$

$$0,2 = 3t^2 \quad t^2 = \frac{0,2}{3}$$

$$\Rightarrow T = (0,4 + \sqrt{\frac{0,2}{3}}) c$$

2) $U=2 \frac{m}{c}$

Перейдем в С.О. связанную с трамполетом, тогда $v_0=2 \frac{m}{c}$

$$v_1 = 0 \frac{m}{c}$$

За это время ускорение будет всегда $-g$, т.к. трения нет



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!

$$L_1 = \frac{2^2 - 0}{2g} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ м}$$

3) Скорость равна 0 для координатной с Земли, а для нас $v'' = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

~~Нужно~~ Мы всегда во втором опыте (в тех пролетах, которые нам нужны для решения задачи) движемся только вверх.

Вя После ~~рассматривания~~ пункта 2) мы движемся с ускорением $-0,6g$. ~~Каждое время за которое~~

Поправка к пункту 2)

Какая-то такая движется, при чем оно свивается на ut и $L = L_1 + L_2$; $L = L_1 + ut$

$$\text{Каждое время: } 0,2 = \frac{2-0}{2} \cdot t \quad t = 0,2 \text{ с}$$

$$\Rightarrow L = 0,2 \text{ м} + 0,2 \text{ с} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,6 \text{ м}$$

Продолжение пункта 3): Теперь каждое время, за которое скорость изменится от 0 до $-2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$-2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0 - 0,6g t \quad t = \frac{1}{3} \text{ с}$$

$\Rightarrow$ точка старта золотикательно сместится на $\frac{2}{3} \text{ м}$

$$\Delta h_1 = \frac{+2}{2} t = \frac{1}{3} \text{ м} \text{ ко в этой системе оно уже будет}$$

$$\Rightarrow S = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} + L = 0,6 \text{ м} + \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\text{ко } \frac{8}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sin \alpha \quad H = S \sin \alpha \Rightarrow H = \left(0,48 + \frac{0,8}{3}\right) \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } T = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}$$

$$L = 0,6 \text{ м}$$

$$H = \left(0,48 + \frac{4}{15}\right) \text{ м}$$

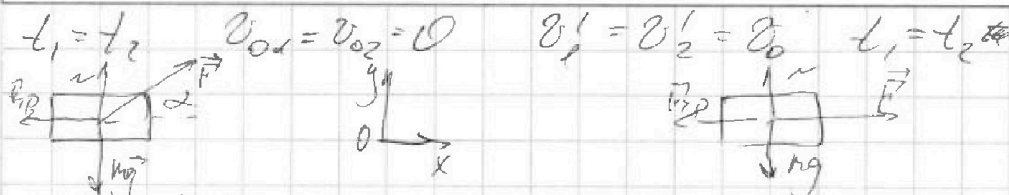
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = ma_2 \quad \frac{dp}{dt}$$

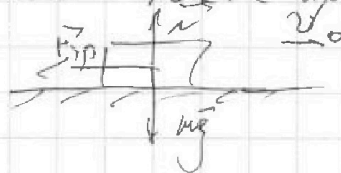
$$\left(\frac{dp}{dt}\right)_1 = \left(\frac{dp}{dt}\right)_2 \quad (m = \text{const} \quad v_{01} = v_{02} = 0 \quad v_1' = v_2' = 0 \quad t_1 = t_2)$$

$$\Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg \quad | + \mu mg$$

$$F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = F \quad | : F$$

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

2) В обоих случаях после прекращения действия F



$$mg = N$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg = ma$$

$$a = \mu g$$

Самый маленький, когда v достигает 0

$$\mu F = v_0; \quad T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$

2) $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$



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!

$$\gamma = 1,4016$$

$$i = 3$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow \text{процесс 1-3 изобарный}$$

$$Q = Q_1 + Q_2; Q_1 = \Delta U + A_1; \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A_1 = \int p dV; \text{любой изот}$$

$$Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1 = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 + A_1$$

$$A_1 = \frac{3}{2} RT_1 + \frac{3}{2} RT_1; A_2 = \frac{3}{2} RT_1 = 600R = 4986 \text{ Дж}$$

В процессах 2-3 и 3-1 Тепло отводится. Из формул

$$\eta = \frac{A_2}{Q} \text{ где } A_2 - \text{работа газа (или произведение)} \\ \text{трх цикла)} \quad Q - \text{подведённое тепло} \rightarrow Q = Q_{12} = 6RT_1$$

Рассчитаем работу газа на участках 2-3 и 3-1 и из них найдём всю работу газа

$$2-3: \frac{1}{2} R \cdot (2^{1,5} - 4) T_1 = \frac{3}{2} R (2^{1,5} - 4) T_1 + A_{23}$$

$$A_{23} = R(4 - 2^{1,5}) T_1$$

$$3-1: 2,5 R \cdot (1 - 2^{1,5}) T_1 = \frac{3}{2} R (1 - 2^{1,5}) T_1 + A_{31}$$

$$A_{31} = R T_1 (1 - 2^{1,5})$$

$$\Rightarrow A_1 = \frac{3}{2} RT_1 + (4 - 2^{1,5}) RT_1 + (1 - 2^{1,5}) RT_1$$

$$A_1 = \left(\frac{3}{2} + 4 - 2^{1,5} + 1 - 2^{1,5} \right) RT_1 = \left(\frac{13}{2} - 2 \cdot 2^{1,5} \right) RT_1$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{13}{2} - 2^{2,5}}{6} = \frac{13 - 2^{3,5}}{12}; 2^{3,5} = 8\sqrt{2} \approx 11,31 \approx 11,28$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1,72}{12} \cdot 100\% = \frac{43}{3} \%$$

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!



Теперь же рассмотрим процесс подробнее для каждого из на график

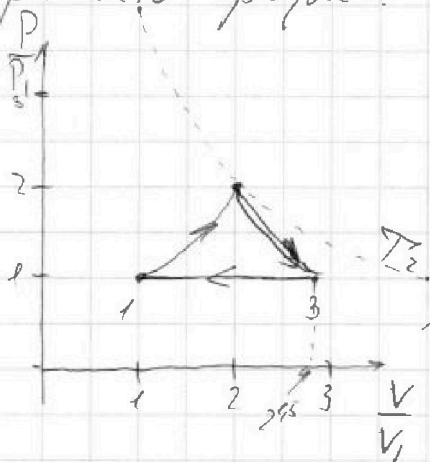
В начале решено было подмечено, что процесс 3-1 изобарный, а следовательно $\frac{p}{p_1} = 1 \Rightarrow p = p_1$

с другой стороны колебалась температура. из ур-н Менделеева - Клапейрона:

$$p_3 V_3 = p_1 V_3 = \nu R T_3; \quad V_3 = \nu R \frac{T_3}{p_1}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1} \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{\nu R T_3}{\nu R T_1} = \frac{T_3}{T_1} = 2^{1.5}$$

Каким рисовать график:



Теперь рассмотрим процесс 1-2 и 2-3

Для начала $T_2 = 4T_1$

$$\Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{4T_1}$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = (x \cdot y) = 4$$

На графике изобразил T_2 - ~~прямая~~ линия на которой лежит точка 2

Для любого процесса с неизменной температурой

$$\frac{p - c_p}{c - c_v} = \text{const}$$

$$p_1 V_1^{\frac{c - c_p}{c - c_v}} = p_2 V_2^{\frac{c - c_p}{c - c_v}} = \text{const}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2^3$$

$$V_2 = 8 V_1$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{1}{8} p_1$$

Для 1-2: $p V^{\frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}}} = \text{const}$

$$\Rightarrow p_1 V_1^{-1} = p_2 V_2^{-1} = \text{const}$$

$$p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2}$$

Для 2-3: $p V^{\frac{0.5 - \frac{5}{2}}{0.5 - \frac{3}{2}}} = \text{const}$

$$p_2 V_2^2 = p_3 V_3^2$$

$$p_2 = p_3 \frac{V_3^2}{V_2^2}$$

дуст 7 и 10

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!

с другой стороны: $\Delta u = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_0 V_0)$

Рассмотрим процесс 1-2, т.к. в нем мы точно определим один из показателей

$$\Delta u = Q - A_{12} = \frac{9}{2} R T_1 = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_0 V_0)$$

$$3 R T_1 = p_2 V_2 - p_1 V_1 \quad \text{Ручка}$$

с одной стороны $p_1 V_1 = R T_1$
с другой

$$(4-2^{1.5}) R T_1 = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \quad p_2 V_2 = (2^{1.5} - 4) p_1 V_1 + p_1 V_1$$

$$p_2 V_2 = (2^{2.5} - 4) p_1 V_1$$

Для адиабатического процесса с постоянной теплоемкостью

$$p V^{\frac{\gamma-1}{\gamma-1}} = \text{const}$$

$$\Rightarrow 1-2 \quad p V^{-1} = \text{const} \quad p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2}$$

$$2-3 \quad p_2 V_2^2 = p_3 V_3^2 \quad p_2 = \frac{V_3^2}{V_2^2} p_3$$

$$\Rightarrow \frac{V_3^2}{V_2^2} = \frac{V_1}{V_2} \quad 2^3 V_3^3 = V_2^3 \quad \underline{2 V_1 = V_2} \quad \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$$

Ответ: 1) $\Delta u = 4986 \text{ Дж}$

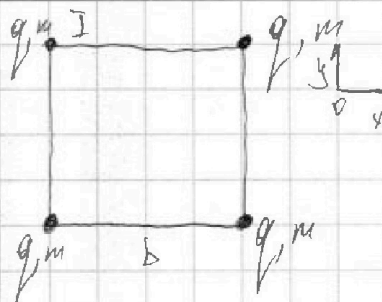
2) $\eta \approx \frac{43}{3} \%$

3) см. график в реш.

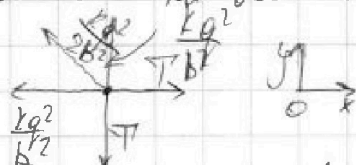
Лунт 8 из 10

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!



Рассмотрим силы действующие на шарик I (ка груше малюшко, из этого никак не получится найти ко всех китам равна)



$$\text{ок: } T - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{2b^2} = 0 \quad T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right)$$

2) Рассмотрим систему со стороны закона сохранения энергии. Рассматривать будем также I шарик

$$P_0 = \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} \quad P' = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} + \frac{kq^2}{4b}$$

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

$$\Rightarrow K' = \frac{4 + \sqrt{2}}{12} \left(\frac{24 + 6\sqrt{2} - 23}{12} \right) \frac{kq^2}{b} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{6}{4} + \frac{1}{3} = \frac{18}{12} + \frac{4}{12} = \frac{22}{12}$$

$$V^2 = \frac{kq^2}{mb} \left(\frac{6\sqrt{2} + 2}{6} \right) \Rightarrow V = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{3} \right)}$$

3) очевидно, что ~~первый~~ ^{никуда} ~~первый~~ два шарика не будут двигаться относительно оси ОХ. Их движение будет только по ОУ. Причём в отрицательном её направлении. Рассмотрим ~~то~~ ^{ка} ~~сколко~~ ^{откуда} то, какие силы действуют на киты.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

5 ☒

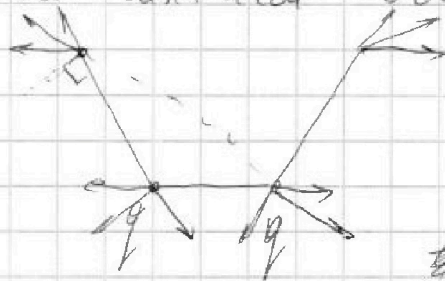
6 ☐

7 ☐

МФТИ

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

Рассуждая, замечаем, что на нити действует



из-за расстановки сил следует то,
что система стремится выпрямиться
вверх. Движение верхних шариков
также ~~поэтому~~ только по оси Oy
будет только горизонтальная
из-за отсутствия натяжения нити

между шариками), а это значит, что $d=b$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4} \right)$

2) $V_b = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} (\sqrt{2} + \frac{1}{3})}$

3) $d=b$



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

$$4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = 4 \cos^2 \alpha + 4 \sin^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha (4 \cos^2 \alpha + 4 \sin^2 \alpha) = (8 \cos^2 \alpha + 4)$$

$$2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$30^\circ$$

$$60^\circ$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 1 = \frac{6}{4} - 1 = \frac{1}{2}$$

$$\left(\cos^2 \alpha - \frac{1}{2}\right)' = \frac{1}{2} (2 \cos(2\alpha))$$

$$\left(\frac{1}{2} (2 \cos^2 \alpha - 1)\right)' = \left(\frac{1}{2} \cos 2\alpha\right)' = \frac{1}{2} (\cos 2\alpha)' = \frac{1}{2} \cdot 2$$

$$\cos^2 \alpha = \cos \alpha \cdot \cos \alpha = -\sin \alpha \cdot \cos \alpha = -\frac{1}{2} \sin 2\alpha$$

$$\left(\frac{x^3}{x}\right)' = \frac{x^3 - 3x^2 \cdot x}{x^2}$$

$$\frac{36}{8} - 6 - 1 + \frac{5}{2} = 0$$

$$x \cdot x^2 = x^2 + 2x^2$$



$$A = \int p dv$$

$$\frac{16}{20}$$

$$H_2 = (4 - 2^{1/5}) p_1 V_1$$

$$\frac{16 - 4 - 96}{20}$$

$$\frac{44}{20}$$

$$\frac{44}{20}$$

$$\frac{8}{20} = \frac{4}{10}$$

$$\frac{13 - 2 \cdot 35}{2} > 0$$

$$\frac{112}{8}$$

$$13$$

$$13$$

$$13$$

$$\frac{112}{12}$$

$$\frac{112}{12}$$

$$112$$

$$\frac{112}{12}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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

