



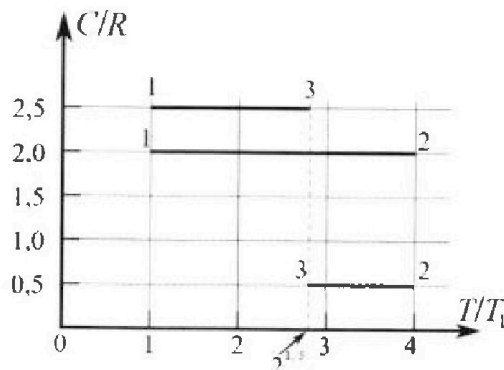
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



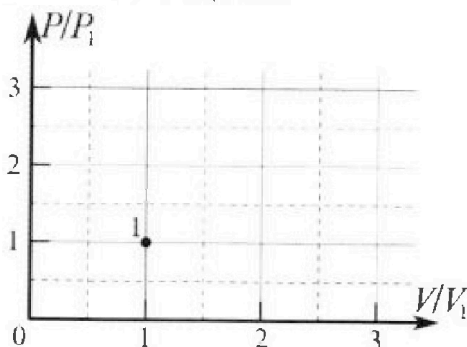
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



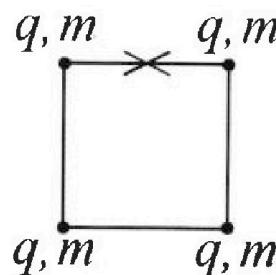
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 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.

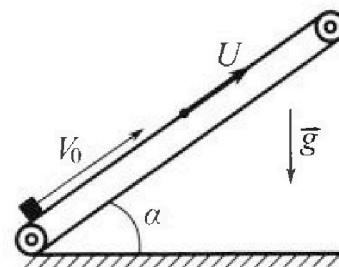
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

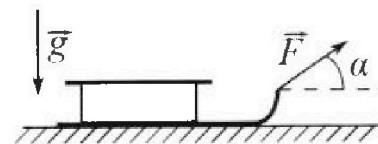
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

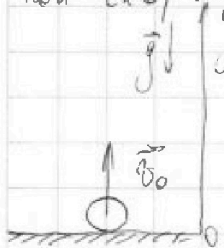
МФТИ

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



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 скорости



Из симметрии движения относительно времени известно, что для того чтобы шар (мяч) вернулся на землю, после своей максимальной высоты ему понадобится такое же T

$$\Rightarrow 0 = 0 + v_0 \cdot 2T - g \cdot 4T^2$$

$$g \cdot 2T^2 = v_0 \cdot 2T \quad | : 2T^2$$

$$g \cdot T = v_0; \quad v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) $S = 20 \text{ м}$



Введем ось Ox , как это показано на рисунке. Теперь Техникет посылает мяч под некоторым углом α к горизонту (оси Ox) (см. рис). На систему действует только вертикальное ускорение. Разобьем каму на камушку скорости 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
 $x_0 = 0 \Rightarrow S = v_x t = v_x T$. За T обозначим время нахождения мяча чтобы мяч достиг стенки, тогда:

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

Как важна высота в этот момент времени h

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

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

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

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

МФТИ

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

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

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

$$\sin \alpha = a$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } v_0 = 20 \frac{c}{c}$$

$$h = (20\sqrt{3} - 20) c$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

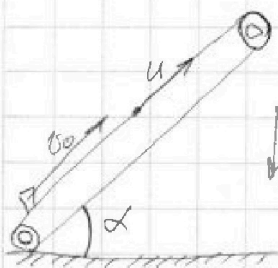
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



1) $v=0$ $v_0 = 4 \frac{m}{c}$ $\mu = \frac{1}{3}$ $S = 1m$ $T = ?$
Рассмотрим силы, действующие на коробку и запишем II закон Ньютона

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

$$Ox: -F_{fr} - mg \sin \alpha = ma$$

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

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

Запишем закон движения коробки:

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

$$\text{т.е. } S = 4t - 5(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) t^2$$

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

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

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

$$5t^2 - 4t + 1 = 0 \quad D =$$

$\Rightarrow c = -g(0,2 + 0,8) = -g$; \Rightarrow Рассмотрим макс. возможную высоту: $S_{max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = 0,8 m \Rightarrow$ часть пути коробка пройдет вниз, кол. для начала ускорения g время подвешено:

$$S_{up} = 0,8 = \frac{v_0^2}{2g} t = 2t$$

$$t_{подвешена} = 0,4 c$$

Теперь рассмотрим силы действующие на коробку, когда она движется вниз: магнетизм силы тяжести и сила трения \Rightarrow есть

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

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

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

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

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

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

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

За это время ускорение будет всегда $-g$, т.к. трение направлено против относительного движения

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!

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

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.

В ~~после~~ ~~рас~~ ~~с~~ ~~матри~~ ~~к~~ ~~п~~ ~~у~~ ~~н~~ ~~к~~ ~~т~~ ~~а~~ ~~2)~~ мы движемся с ускорением $-0,6g$. ~~Каждое время за которое~~

Поправка к пункту 2)

Качало также движется, причём оно совпадает на

$$L_2 \text{ и } L = L_1 + L_2; L = L_1 + ut$$

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 продолжительно сместится на $\frac{2}{3} \text{ м}$

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

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

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

Ответ: $T = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}$
 $L = 0,6 \text{ м}$
 $H = \left(0,48 + \frac{4}{15}\right) \text{ м}$

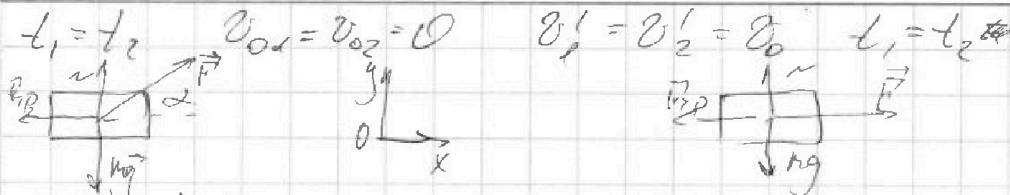
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



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

$N = mg$
 $F - \mu mg = ma_z$

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

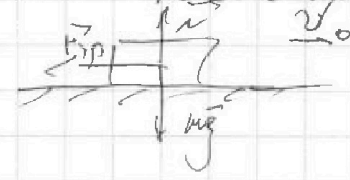
$\left(\frac{\Delta p}{\Delta t}\right)_1 = \left(\frac{\Delta p}{\Delta t}\right)_2$ ($m = \text{const}$ $v_{01} = v_{02} = 0$ $v_1' = v_2' = v_0$ $t_1 = t_2$)

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

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

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

2) В обоих случаях под действием силы F



$mg = N$
 $F_{тр} = \mu N = \mu mg = ma$
 $a = \mu g$

Самый маленький, когда v_0 достигнет 0

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

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

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

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!

$$i = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

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

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

$$Q_1 = Q; Q = \Delta U + A_2; \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$$

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

$$1) Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1 = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 + A_2$$

$$A_1 = \frac{9}{2} RT_1 + \frac{2}{2} RT_1; A_2 = \frac{3}{2} RT_1 = 600R = 4986 \text{ Дж}$$

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

$\eta = \frac{A_2}{Q}$, где A_2 - работа газа (или произведение трч цикла) Q - 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

$$2-3: \frac{1}{2} R \cdot (2^{1.5} - 4) T_1 + \frac{3}{2} R (2^{1.5} - 4) T_1 + A_{23}$$

$$A_{23} = R(4 - 2^{1.5}) T_1$$

$$3-1: 2.5 R \cdot (1 - 2^{1.5}) T_1 = \frac{3}{2} R (1 - 2^{1.5}) T_1 + A_{31}$$

$$A_{31} = R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

$$\Rightarrow A_1 = \frac{3}{2} R T_1 + (4 - 2^{1.5}) R T_1 + (1 - 2^{1.5}) R T_1$$

$$A_2 = \left(\frac{3}{2} + 4 - 2^{1.5} + 1 - 2^{1.5} \right) R T_1 = \left(\frac{13}{2} - 2 \cdot 2^{1.5} \right) R T_1$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{13}{2} - 2^{2.5}}{6} = \frac{13 - 2^{3.5}}{12}; 2^{3.5} = 8\sqrt{2} \approx 11.31 \approx 11.28$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1.72}{12} \cdot 100\% = \frac{43}{3} \%$$

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 нас на графике

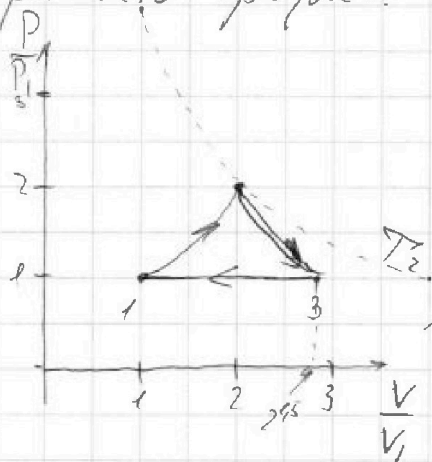
В начале решено было подумано, что процесс 3-1 изобарный, а следовательно $\frac{p}{p_1} = 1 \Rightarrow p = p_1$

С другой стороны колебалась температура. Из уравнения Менделеева - Клапейрона:

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

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

Каждым рисуем 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 гипербола T_2 - ~~прямая~~ линия на которую лежит точка 2

Для любого процесса с неизменным температурой $\frac{p}{p_1} = \frac{V_1}{V_2}$

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

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma} = p_3 V_3^{\gamma}$$

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

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

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

$$\Rightarrow p_2 = \frac{1}{2} p_1$$

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

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

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

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"/>

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, T.к в нем мы точно определим один из показателей

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

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

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

~~$(4-2^{1.5}) R T_1 = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$~~ $p_2 V_2 = (2^{1.5} - 4) p_1 V_1 + p_1 V_1$
 ~~$p_2 V_2 = (2^{2.5} - 4) p_1 V_1$~~

Для адиабатического процесса с постоянной теплоемкостью

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

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

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

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

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

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

3) см. график в реш.

Лунт 8 из 10

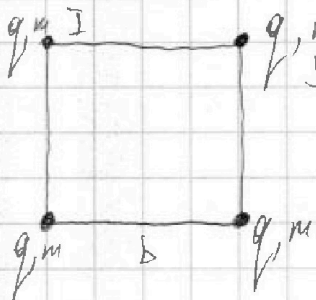
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

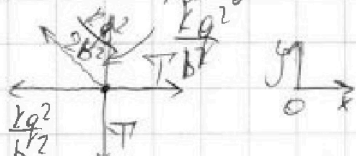
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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 группа малячок, и з этого сила каталити май ка всех китях равна)



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

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

$$\begin{aligned}
 P_0 &= \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} & P_1 &= \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} + \frac{kq^2}{6b} \\
 &= \frac{kq^2}{b} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) & &= \frac{kq^2}{b} \left(1 + \frac{2}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right)
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow k' = \frac{4+\sqrt{2}}{2} \left(\frac{24+6\sqrt{2}-25}{12}\right) \frac{kq^2}{b} = \frac{mv^2}{2}$$

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

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

3) очевидно, что ~~первая~~ ^{ни одна} ~~первая~~ два шарика не будут двигаться

относительно оси OX. Их движение будет только по Oy

Причем в отрицательной ее направлении

Рассмотрим ~~то~~ ~~ка~~ ~~сколько~~ ~~ответа~~ ~~то~~, какие силы действуют на кити.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

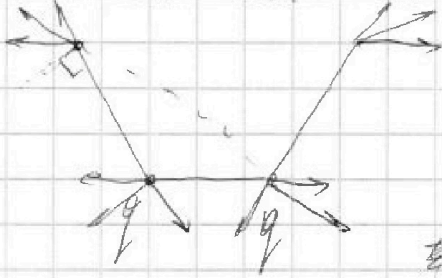
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Рассеянные заряды ЗСВ на нити дей ствует



из расстановки сил следует то,
что система стремится двигаться
вверх. Два же нити верхних шариков
также ~~подходят~~ только по оси Oy
и будет только горизонтальная
из-за отсутствия натяжения нити
между верхними), а это значит, что $d=b$

между верхними), а это

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

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

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

МФТИ

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



$$4 \sin \alpha \cos \alpha = 4(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha})$$

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

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

$$= 831 \cdot 6$$

$$= 6 \cdot 100 \cdot 831$$

$$600 \cdot 831 =$$

$$\left(\frac{\sqrt{31}}{2} \right)^2 - 1 = \frac{6}{4} - 1 = \frac{1}{2}$$

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

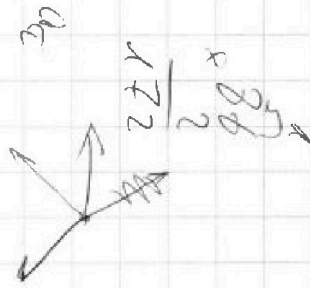
$$\cos^2 \alpha = \cos \alpha \cdot \cos \alpha = -\sin \alpha \cdot \cos \alpha = -\frac{1}{2} \sin 2\alpha$$

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

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

$$0 = \frac{5}{2} - 9 - 1 + \frac{36}{8}$$

$$A_1 = \sqrt{p} \cdot V$$



$$\frac{16}{20} A_2 = (4 - 2x^2) \cdot V_1$$

$$\frac{16 - 4 - 06}{20}$$

$$\frac{13 - 2 \cdot 35}{12} > 0$$

$$\frac{13}{12}$$

$$\frac{1128}{8}$$

$$\frac{1128}{12}$$

$$\frac{1128}{12}$$

$$\frac{1128}{12}$$

$$\frac{8}{30} = \frac{4}{15}$$

$$\frac{4}{12}$$

$$\frac{4}{12}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

