



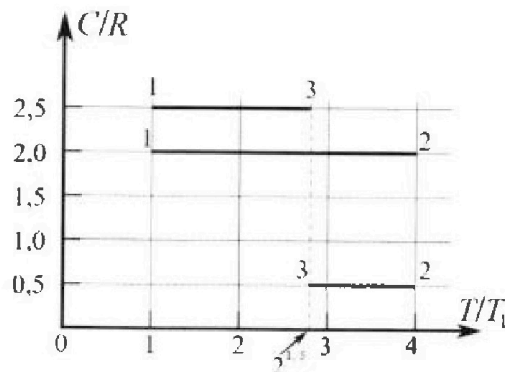
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



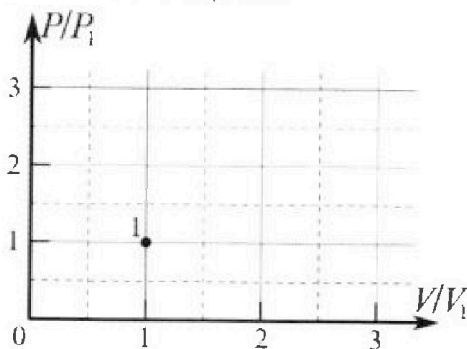
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



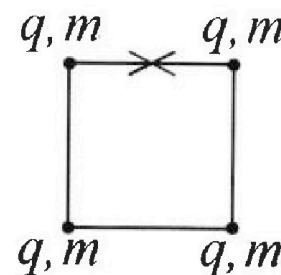
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.



# 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.

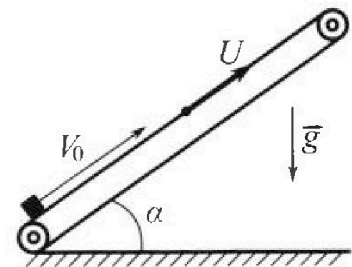
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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 воздуха 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.

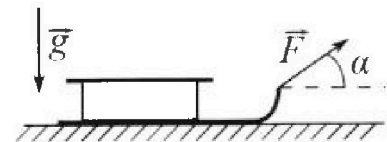
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.



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

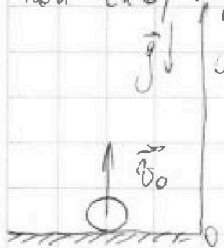
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1)  $T = 2\text{ с}$

$v_0 = ?$

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



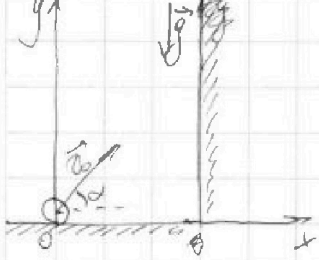
Из симметрии движения относительно времени известно, что для того чтобы шар (мяч) вернулся на землю, после своей максимальной высоты ему понадобится такое же  $T$

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

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

$$gT = v_0; \quad v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)  $S = 20 \text{ м}$



Введем ось  $Ox$ , как это показано на рисунке. Теперь Техникет посылает мяч под некоторым углом  $\alpha$  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  $h$

$y = h = y_0 + v_{0y} T - \frac{gT^2}{2}$ , где  $y_0 = 0$

$$h = v_0 \sin \alpha \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

лучше 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!

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

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

$$\sin \alpha = a$$

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

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

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

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

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

= 0 (п.т.к. мы ищем  $\alpha$  соответствующее экстремуму)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



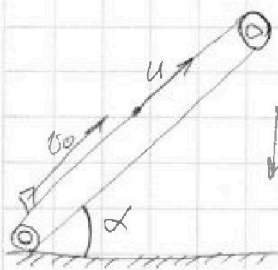
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

$$Ox: -F_{тр} - mg \sin \alpha = ma$$

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

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

Запишем закон движения коробки:

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

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

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

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

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

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

$\Rightarrow c = -g(0,2 + 0,8) = -g$ ;  $\Rightarrow$  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:

$$S_{подвешена} = 0,8 = \frac{v_0^2 - 2gt^2}{2} = 2t^2$$

Теперь рассмотрим силы действующие на коробку, когда она движется вниз: масса  $m$ , сила тяжести  $mg$  и сила трения  $F_{тр}$  то есть

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

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

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

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

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 относительной скорости

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~~ ~~расчета~~ <sup>действий</sup> пункта 2) мы движемся с ускорением  $-0,6g$ . Какой ~~дальней~~ ~~время~~ за которое

Поправка к пункту 2)

Качало также движется, причём оно совпадает на

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

Какой ~~дальней~~ ~~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 какой ~~дальней~~ ~~время~~, за которое скорость изменится ~~от~~ ~~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 ~~дальней~~ ~~время~~ 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:  $T = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}$   
 $L = 0,6 \text{ м}$   
 $H = \left(0,48 + \frac{4}{15}\right) \text{ м}$



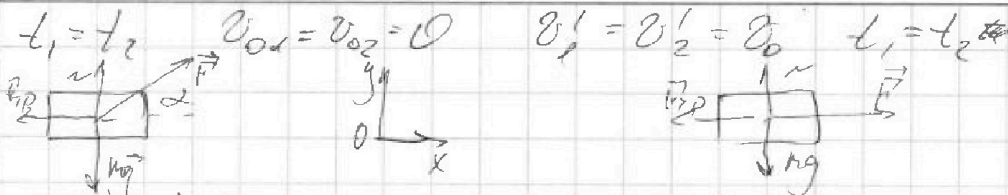
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$$N = mg$$

$$F - \mu mg = ma_2$$

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

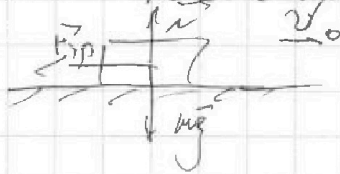
$$\left(\frac{dP}{dt}\right)_1 = \left(\frac{dP}{dt}\right)_2 \quad (m = \text{const} \quad v_{01} = v_{02} = 0 \quad v_1' = v_2' = v_0 \quad t_1 = t_2)$$

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

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

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

2) В обоих случаях под действием силы F



$$mg = N$$

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

$$a = \mu g$$

Самый маленький, когда  $F = 0$  достигнет 0

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

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!

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

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

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

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

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

$$1) Q_{12} = \alpha R \cdot 3T_1 = 6RT_1 = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 + A_1$$

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow A_2 = \frac{3}{2} R T_1 + (4 - 2^{1.5}) R T_1 + (1 - 2^{1.5}) R T_1$$

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

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

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

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 на график

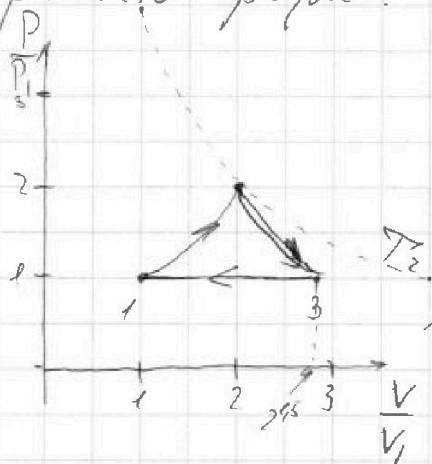
В начале решено было подумано, что процесс 3-1 изобарный, а следовательно  $\frac{p}{p_1} = 1 \Rightarrow p = p_1$

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 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 гипербола  $T_2$  - ~~прямая~~ линия на которую лежит точка 2

Для любого процесса с неизменным температурой  $\frac{pV^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{T} = \text{const}$

$$\frac{pV^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{T} = \text{const}$$

$$\frac{p_1 V_1^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{T_1} = \frac{p_2 V_2^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{T_2}$$

$$\frac{p_1 V_1^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{T_1} = \frac{p_2 V_2^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{4T_1}$$

$$\frac{V_2^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{V_1^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}} = 4$$

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

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

Для 1-2:  $pV^{\frac{2-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$

$$\Rightarrow p_1 V_1^{\frac{2-\gamma}{\gamma}} = p_2 V_2^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}$$

$$p_2 = p_1 \frac{V_1^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}{V_2^{\frac{2-\gamma}{\gamma}}}$$

Для 2-3  $pV^{\frac{2-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$

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

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

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

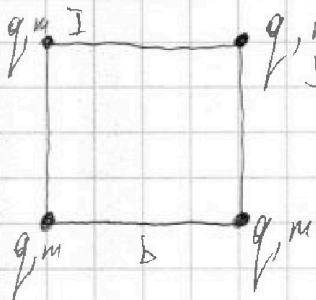
3) см. график в реш.

Лунт 8 из 10

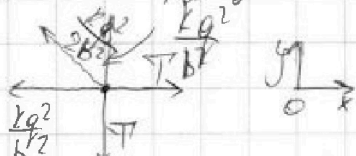


1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

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 группа малячишко, 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

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

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

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

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

3) очевидно, что ~~первая~~ <sup>нижняя</sup> ~~первая~~ два шарика не будут двигаться относительно оси OX. Их движение будет только по Oy. Причем в отрицательной ее направлении. Рассмотрим ~~то ка сколько отбита~~ то, какие силы действуют на кити.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

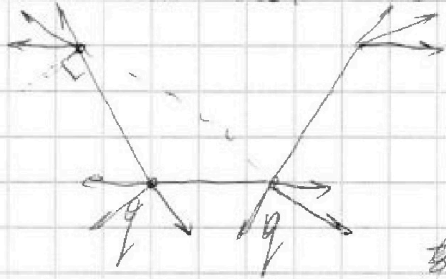
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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 выстроиться  
вверх. Два же нити верхних шариков  
также ~~подойдет~~ только по оси Oy  
будет только горизонтальная  
из-за отсутствия натяжения нити  
между верхними), а это значит, что  $d=b$

между верхними), а это

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

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

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!



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

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

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

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

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

$$\cos^2 \alpha = \cos \alpha \cdot \cos \alpha = -\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha = -2 \sin \alpha \cos \alpha = -\sin 2\alpha$$

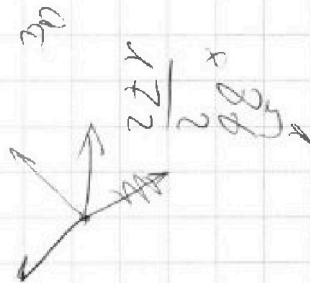
$$= 600 \cdot 2,331 = 6 \cdot 1000 \cdot 2,331 = 831 \cdot 6$$

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

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

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

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



$$\frac{4986}{6} = 831$$

$$A_2 = (4 - 2x^2) \cdot V$$

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

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

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

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

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

$$\frac{132}{12} = 11$$

$$\frac{1128}{12} = 94$$

$$\frac{1128}{12} = 94$$

$$\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

