



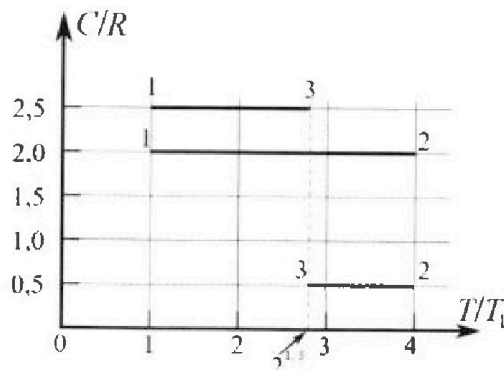
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



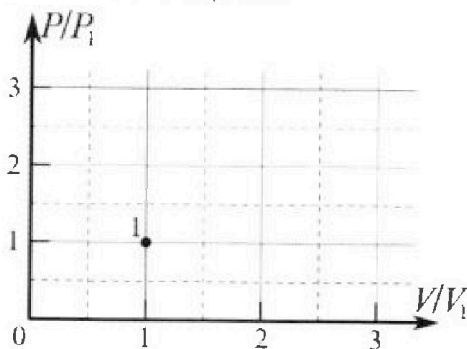
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



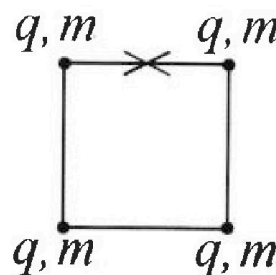
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

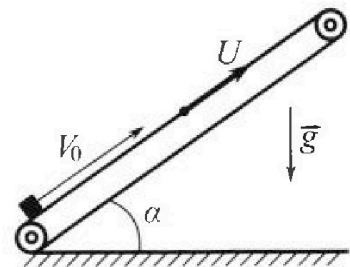
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

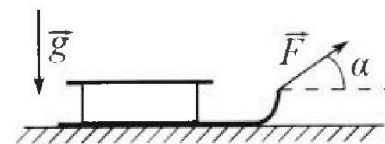
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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

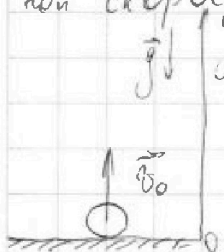
МФТИ

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



1)  $T = 2\text{ с}$   $v_0 = ?$

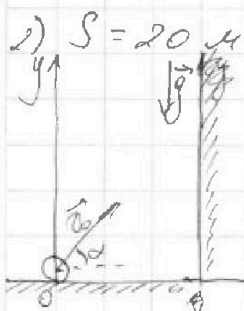
Движение вертикальное  $\Rightarrow v_0 = v_y$ , где  $v_y$  - проекция начальной скорости на ось  $Oy$ , а  $v_{0y}$  - проекция начальной скорости



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

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

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

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


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  $Oy$

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

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

Запишем уравнения движения от времени

$$x = x_0 + v_{0x} t; \quad \text{как получилось, чтобы } x \text{ оказался равным } S$$

$$x_0 = 0 \quad \Rightarrow S = v_x t = v_x T. \quad \text{Здесь } T \text{ обозначим время нахождения мяча чтобы мяч достиг стенки, тогда:}$$

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

Как будет высота в этот момент времени  $h$

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

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

$$h = 20 \tan \alpha - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 1000 \cos^2 \alpha} = 20 \tan \alpha - 5 \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 5 \left( 4 \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} - 1 \right)$$

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



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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{m}{c}$

$$h = (20\sqrt{3} - 20) \text{ м}$$



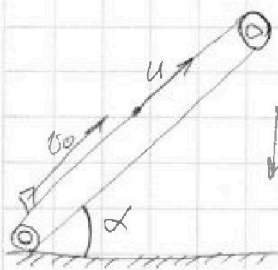
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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:

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

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

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

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

$$1 = 4t - 5(0,2 + 0,8 \frac{1}{3}) t^2$$

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

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

$$S_{подъема} = 0,8 = \frac{v_0^2 - 2at^2}{2} = 2t^2$$

$$t_{подъема} = 0,4 c$$

Теперь рассмотрим силы действующие на коробку, когда она движется вниз: масса и сила тяжести (сила трения) то есть

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

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

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

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

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

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

$v_0' = 0 \frac{m}{c}$

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~~ ~~рас~~ ~~с~~ ~~м~~ ~~ат~~ ~~ри~~ ~~к~~ ~~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 движется на  $u$  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  $-2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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

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

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

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

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

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

$$L = 0,6 \text{ м}$$

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



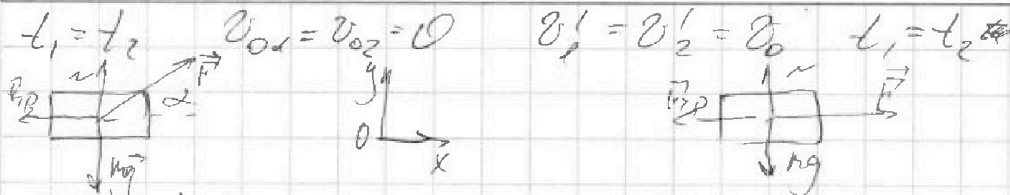
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



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

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

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

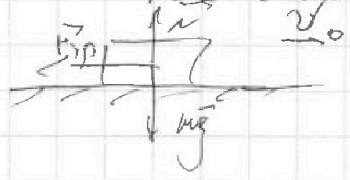
$\left(\frac{dP}{dt}\right)_1 = \left(\frac{dP}{dt}\right)_2$     ( $m = \text{const}$      $v_{01} = v_{02} = 0$      $v_1' = v_2' = v_0$      $t_1 = t_2$ )

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

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

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

2) В обоих случаях под действием F



$mg = N$   
 $F \sin \alpha = \mu N = \mu mg = ma$   
 $a = \mu g$

Самый быстрый вариант, 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!

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

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

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

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

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

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

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

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

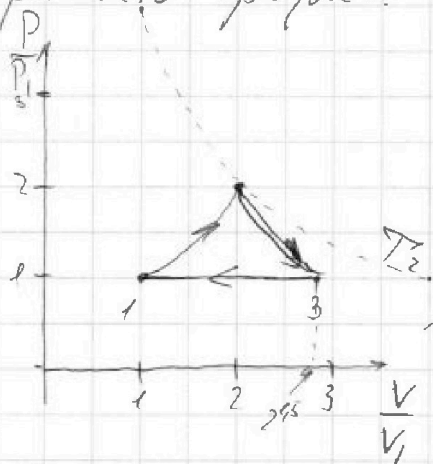
В начале решено было подумано, что процесс 3-1 изобарный, а следовательно  $\frac{p}{p_1} = 1 \Rightarrow p = p_1$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$3 R T_1 = p_2 V_2 - p_1 V_1$  ~~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

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

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

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

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

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

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

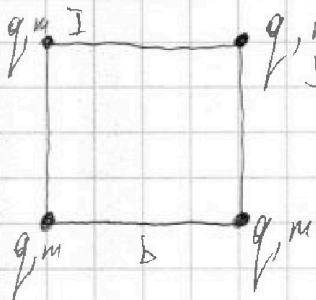
3) см. график в реш.

Авг 8 из 10

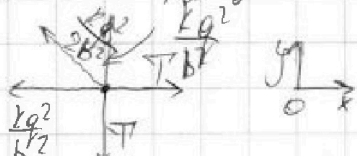


1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

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

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

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

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

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

3) очевидно, что ~~первая~~ <sup>ни одна</sup> ~~первая~~ два шарика не будут двигаться

относительно оси OX. Их движение будет только по Oy. Причём в отрицательном её направлении. Рассмотрим то ка сколько отсюда то, какие силы действуют на кити.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

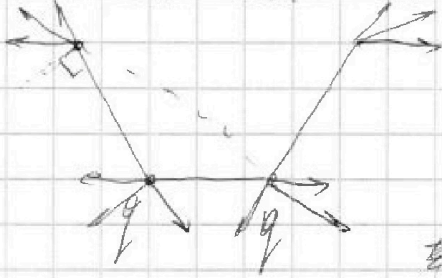
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

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

**МФТИ**

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



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

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

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

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

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

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

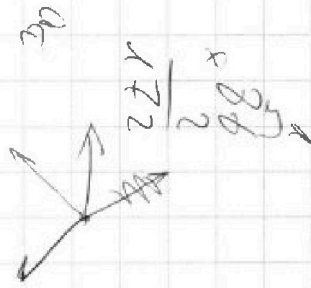
$$= 600 \cdot 2,331 = 6 \cdot 1000 \cdot 2,331 = 13986$$

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

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

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

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



$$\frac{49}{86} \cdot 6 = 3,4$$

$$\frac{16}{20} \cdot 16 = 12,8$$

$$\frac{16}{20} \cdot 4 = 3,2$$

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

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

$$\frac{8}{4} = 2$$

$$\frac{13 - 2 \cdot 3,5}{12} > 0$$

$$\frac{112}{8} = 14$$

$$13 - 2 \cdot 3,5 = 6$$

$$13 - 2 \cdot 3,5 = 6$$

$$\frac{112}{8} = 14$$

$$\frac{112}{12} = 9,33$$

$$\frac{112}{12} = 9,33$$



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





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!

