



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.

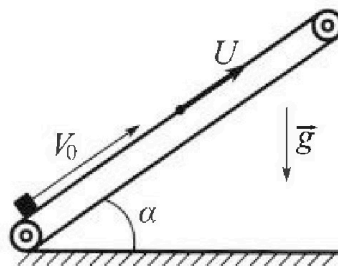
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке.

Сопrotивление 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.

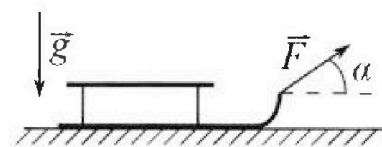
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.



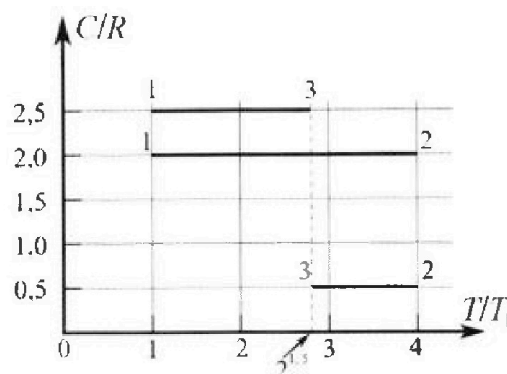
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



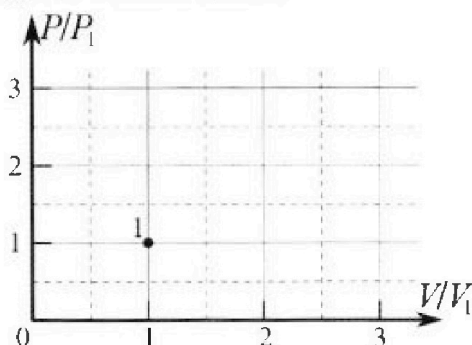
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



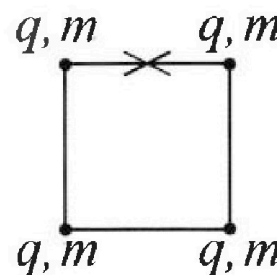
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.



- 1  2  3  4  5  6  7

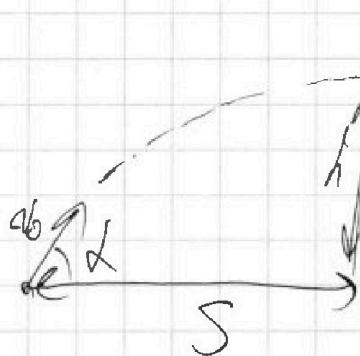
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Т.а. на максимальной высоте скорость мяча - 0 а он движется вертикально вверх, то мы можем сказать

Ответ: 1)  $20 \frac{m}{c}$   
2)  $15 m$

$$v_0 = g \cdot T = 20 \frac{m}{c}$$

2)



1) Назовём ~~максимум~~ <sup>максимум</sup> ~~высоты~~ <sup>максимум</sup> ~~маленькой~~ <sup>маленькой</sup> дросел  $\alpha$ , тогда вертикальная скорость -  $v_y = v_0 \cdot \cos \alpha$ , а горизонтальная -  $v_x = v_0 \cdot \sin \alpha$

2) Тогда время полёта до земли

$$T_2 = \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

3) Рассмотрим время падения

$$h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot T_2 - \frac{g T_2^2}{2} =$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

3) По

осн. тригоном

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1, \text{ где}$$

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

$$\frac{g S^2}{2 v_0^2} = -\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = -5 < 0,$$

след. макс.  $\alpha$   $\alpha = 0$

Вершина параболы, след.  $20^2$

$$S_{\text{max}} = x = \frac{-S}{-2g} = \frac{20}{2 \cdot 10} = \frac{20}{20} = 10$$

след.  $\frac{1}{2} \cdot 20^2 = 200$

след.  $\frac{1}{2} \cdot 20^2 = 200$

след.  $\frac{1}{2} \cdot 20^2 = 200$

4) Максимум макс. h.

Заметим  $\tan \alpha = x$ , тогда  $\cos^2 \alpha = \frac{1}{1+x^2}$

вербу параболы  $h = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} x^2 + S x - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$

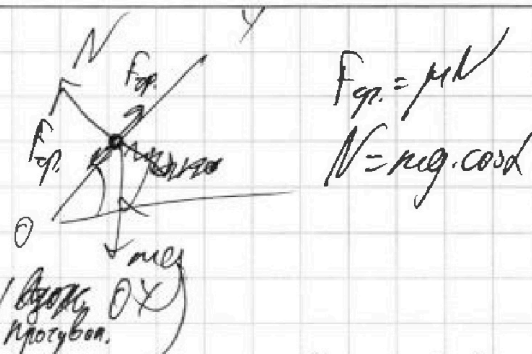
врем  $z$



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) Найдем ускорение движущееся на коробку.



$$F_{fr} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

I когда она идет вверх

$$m a_1 = F_{fr} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

по осм. зная что

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1, \text{ следовательно}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{100}{10} \cdot \frac{4}{5} + 10 \cdot \frac{3}{5} = 10 \frac{11}{5} \text{ м/с}^2$$

II когда она идет вниз

$$m a_2 = F_{fr} + mg \sin \alpha = -\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_2 = -\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$= 10 \cdot 0,8 - \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 - 2 = 6 \frac{4}{5} \text{ м/с}^2$$

Проверим остановится ли коробка

до того как пройдет  $S_1 = 1 \text{ м}$ :

по формуле  $v^2 = v_0^2 + 2 a_1 S_1$  получим  $v^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 1 = 20$ , следовательно  $v = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \text{ м/с}$

Ей останется пройти  $S_2 = S_1 - S_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$

с нач. 0 ускорением и ускор.  $a_2$ , следовательно

$$S_2 = \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

первое время -  $S_1$  она пройдет за  $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{2\sqrt{5}}{10} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ с}$

суммарно  $t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{5}}{5} + \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{5}}{5} + \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{2\sqrt{5}}{15} + \frac{\sqrt{5}}{15} = \frac{3\sqrt{5}}{15} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ с}$

1) Ответ  $\frac{6 + \sqrt{15}}{15} \text{ с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

2) Т.а. ч нас скорость Транспортера  $U = 2 \text{ м/с}$ ,  
 То, следовательно когда скорость скорости  
 в лав. системе отсчета скажет  $U = 2 \text{ м/с}$ ,  
 она будет подходить откос. Транспортера.

след. ее скорость откос. грани. скажет  $\theta$ ,  
 а значит  $v_0$ , след. время  $T = \frac{L}{v_0}$

Повторяя расчет.

Расстояние, пройденное коровой откос. грани.

~~$L = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}$~~   
 $L = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}$

Время отсчетов будет  $T = \frac{L}{v_0} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ с}$

след. в откос. лав. системе отсчета  $L = L_T + T \cdot U = 0,2 \text{ м} + 0,1 \cdot 2 = 0,4 \text{ м}$

3) Скорость коровки скажет  $\theta$ , когда скорость коровки будет равна  $-U$  в лав. системе отсчета.

Т.а. мы знаем, когда корова остановится на грани, мы можем сказать что она будет близ с лав.  $\theta$

ускорение и ускорением  $a_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ м/с}^2$ , след.  $L_{\text{откос. грани.}} = \frac{v_0^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 12} = \frac{1}{3} \text{ м}$

это произойдет за время  $T = \frac{v_0}{a_2} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \text{ с}$

в норм. системе отсчета корова пройдет  $S = -L_1 + v_0 T = -2 \cdot \frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{1}{6} = -\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = -\frac{1}{3} \text{ м}$

след. общ. перемещение  $L + S = 0,4 - \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ м}$

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!

Сред по вертикали 300 мекет  $H = (L+S)^{5/4} =$   
 $= 1 \frac{14}{15} \cdot 5 = \frac{29 \cdot 4}{15} = \frac{116}{15}$   
 ~~$= 2 \frac{41}{15} M$~~

Ответ: 2)  $1/6 M$   
 3)  $1 \frac{41}{15} M$



~~Решение Т.а. санау  
 разогнали ч в первом  
 и во втором случае с 0  
 за одинаковое время  
 сред. ускорения равны  
 в обоих случаях  $a = \frac{v_0}{t}$~~

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!

Тогда

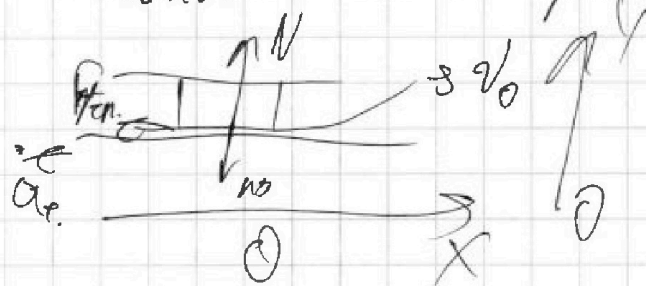
$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg$$

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

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

2) Т.д. после преобразования гайды  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$   
или  $F$  сама преобразована

$v_0$ , и на этих по оси  $Ox$  гайды  
только сила тяжести, то, если



зависит  
второй закон  
Ньютона

$$Oy: N = mg$$

$$Ox: m \cdot a_x = -F_{тр.}$$

Силу, сама полностью  
остановится по положению  
времени

$$F_{тр.} = \mu N = \mu mg, \text{ а.д.}$$

$$a_x = \frac{\mu mg}{-m} = -\mu g$$

$$v_0 = a_x T$$
$$T = \frac{v_0}{a_x} = \frac{v_0}{-\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g - g \cos \alpha}$$

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

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

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!

3



Решение. Т.к. массы равны и в первом и во втором случае с 0 за одинаковое время до одинаковой скорости, то ускорения в обоих случаях равны  $a = \frac{v_0}{T}$

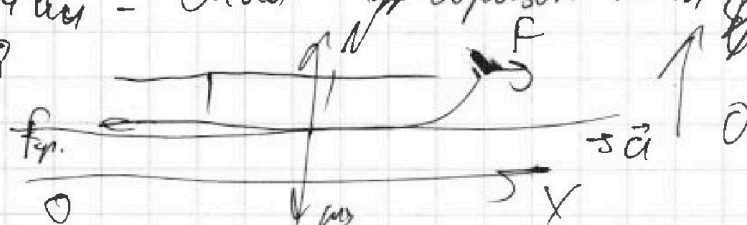
I случай - сила  $F$  по  $x$  тогда  $F \cos \alpha - F_{тр} = ma$

Закон II закон Ньютона  
 $Ox: F \cos \alpha - F_{тр} = ma$   
 $Oy: N = mg - F \sin \alpha$

$F_{тр} = \mu N$ , тогда  
 $F \cos \alpha - \mu mg - \mu F \sin \alpha = ma$

$ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha \quad (1)$

II случай - сила  $F$  горизонтальна



Закон II закон Ньютона

$Ox: F - F_{тр} = ma$

$Oy: N = mg$

(2)  $F_{тр} = \mu N = \mu mg$ , следовательно  $F - \mu mg = ma$

Т.к. массы равны и ускорения тоже, то сравниваем (1) и (2)



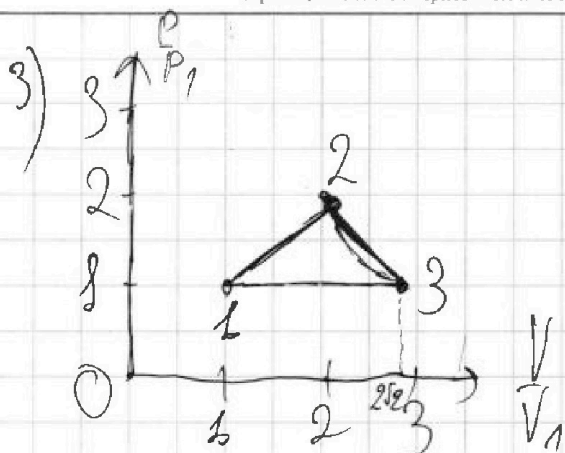
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



В точке 2 заданы  
 - давление  $P_2$   
 - температура  $T_2$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 4 T_1$$

$$P_2 V_2 = P_1 V_1$$

Заметим, что  $A_{21} = 2 \nu R T_1 - \nu R T_1 = \nu R T_1$   
 $= 2 \nu R P_1 V_1 - \nu R P_1 V_1 = \nu R P_1 V_1$   
 $= (2\sqrt{2} - 1) P_1 V_1$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

или графически  
 это процесс -  
 - изохора, изобара  
 или  $\frac{V}{V_1}$

аналогично для  
 т. 3, или

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$T_3 = 2\sqrt{2} T_1$$

$$P_3 V_3 = 2\sqrt{2} P_1 V_1$$

работа в 1 случае -  
 $\frac{1}{2} \nu R T_1$ , или

$$A_{12} = 1,5 \frac{P_1 V_1}{1}$$

Работа в 2 случае

~~$$A_{23} = \nu R T_2 - \nu R T_3 = (4 - 2\sqrt{2}) \nu R T_1 = 0,5 \nu R T_1$$

$$A_{31} = \nu R T_3 - \nu R T_1 = (2\sqrt{2} - 1) \nu R T_1$$

$$A_{12} = \nu R T_1$$

$$A_{12} = 2\sqrt{2} \nu R T_1 - 4 \nu R T_1$$~~

Учтем в 1 случае

~~$$A_{12} = 6 \nu R T_1 - 4,5 \nu R T_1 = 1,5 \nu R T_1$$

$$A_{23} = \nu R T_2 - \nu R T_3 = (4 - 2\sqrt{2}) \nu R T_1 = 0,5 \nu R T_1$$

$$A_{31} = \nu R T_3 - \nu R T_1 = (2\sqrt{2} - 1) \nu R T_1$$

$$A_{12} = 0,5 (4 - 1) \nu R T_1 = (2\sqrt{2} - 1) \nu R T_1$$~~

работа в 3 случае

~~$$A_{23} = \nu R T_2 - \nu R T_3 = (4 - 2\sqrt{2}) \nu R T_1 = 0,5 \nu R T_1$$~~

~~$$A_{31} = \nu R T_3 - \nu R T_1 = (2\sqrt{2} - 1) \nu R T_1$$

$$A_{12} = 0,5 (4 - 1) \nu R T_1 = (2\sqrt{2} - 1) \nu R T_1$$~~

1     2     3     4     5     6     7



④ 1) Теплоёмкость в каждом процессе постоянна, следовательно, количество переданной теплоты можно посчитать как

$$Q = \left(\frac{C}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot T_1$$

Не трудно заметить, что на участке 1-2 тепло производится, а на участках 2-3 и 3-1 отводится

Рассмотрим процесс 1-2:  $A_{12} + \Delta U_{12} = Q_{12}$

исчисляем  $Q_{12} = \left(\frac{C_{12}}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1}{T_1}\right) T_1 =$

Изменение внутренней энергии:

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \left(\frac{T}{T_1}\right) T_1 = 2.3 T_1 R = 6 T_1 R$

$= \frac{3}{2} \cdot R \cdot 3 T_1 = \frac{9}{2} R T_1$ , следовательно

2) Физик Температура в конце и в начале равна, следовательно, общее изменение

внутренней энергии  $\Delta U = 0$ , следовательно

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 6 T_1 R - \frac{9}{2} R T_1 = 1.5 R T_1 = 600 \cdot 1.5 \cdot 400 = 40000 \text{ Дж}$

КПД как  $\eta = 1 - \frac{Q_{отв.}}{Q_{прв.}}$

$Q_{отв.} = Q_{23} + Q_{31}$

$Q_{прв.} = Q_{12}$

$Q_{23} = \left(\frac{C_{23}}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T_{23}}{T_1} - \frac{T_{32}}{T_1}\right) T_1 = 0.5 R \cdot (4 - 2\sqrt{2}) \frac{T_1}{T_1} = (2 - \sqrt{2}) R T_1$

$6.31 = \frac{4986}{10000} \cdot 100\%$

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!



$$Q_{32} = \left(\frac{C_{31}}{R}\right) R \cdot \left(\frac{T_{31}^{31}}{T_1} - \frac{T_{13}}{T_1}\right) T_1 = 2,5 R \cdot (2\sqrt{2}-1) T_1 =$$

$$= (5\sqrt{2}-2,5) T_1 R,$$

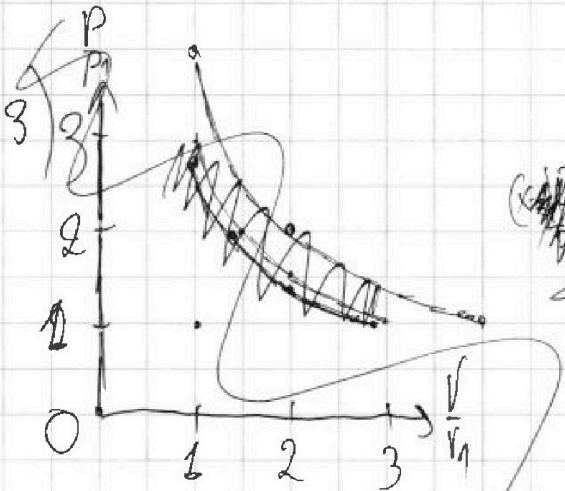
след.  $\eta = 1 - \frac{Q_{13} + Q_{32}}{Q_{12}} = 1 - \frac{5\sqrt{2}-2,5+2-5\sqrt{2}}{6} =$

$$= 1 - \frac{4\sqrt{2}-0,5}{6} = \frac{6-4\sqrt{2}+0,5}{6} =$$

$$= \frac{6,5-4\sqrt{2}}{6} =$$

$$= \frac{6,5-4\sqrt{2}}{6} \cdot 100\%$$

- Ответ: 1)  $4,986 Dx$   
2)  $\frac{6,5-4\sqrt{2}}{6} \cdot 100\%$



$(x-1)(y-1) = 4x^2$   $4=xy$

$(x-1)(y-1) = 4x^2$

$xy = x - y + 1 + 4x^2$

$4x^2 = x - y + 1$

$x = \frac{4}{y}$

$x = \frac{4}{y}$

$x + y = 2$

$x + y = 2$

$4 + y - 2y = 0$

$2 - 2 + y = 0$

$y = 0$

$4y - 2y = 0$

$y = 2 \pm \sqrt{8}$

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!

След.  $A_{12} = \frac{1}{2} \cdot \mu R T_1 - \frac{1}{2} \mu R T_1 = \frac{1}{2} P V_2 - \frac{1}{2} P V_1,$

след. графика.  $A_{12}$  - площадь с углом.

И процесс 2-3 это ~~процесс~~ <sup>изотерма</sup> ~~процесс~~ <sup>процесс</sup> с  $\mu R T_1$  ~~согласно~~ <sup>согласно</sup> ~~двух~~ <sup>двух</sup> точек 2 и 3 ~~алгебраически~~.

и 3 точки  $P_1$  и  $V_1$   
и 3 точки пересечения ~~ординат~~ <sup>ординат</sup> ~~радиуса~~ <sup>радиуса</sup>  
1.  $P_1 V_1$  и ~~середина~~  
2.  $P_1 V_1$  и ~~середина~~  
и ~~изотерма~~  
 $\mu P_1 V_1 = \text{const}$

(Все изменение внутр. энергии не 0, согласно графику.)

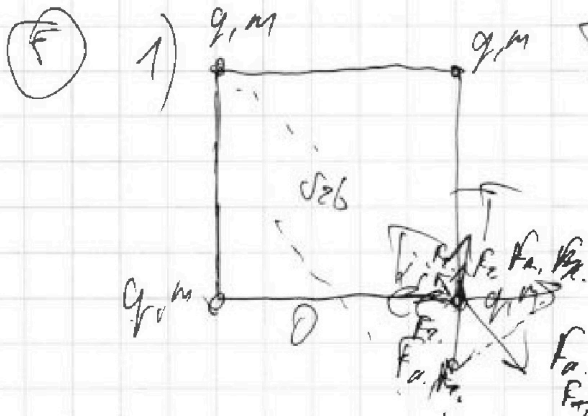
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~Угол между силой и диагональю равен  $45^\circ$~~   
~~Сила направлена по диагонали~~

Рассмотрим любой шарик:

Ма него действуют силы

гравитации и силы отталкивания

$\alpha = 45^\circ$   
 $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$

В проекции на ось OX

$$2T \cdot \sin \alpha \cos \alpha + 2F_r \cdot \cos \alpha + F_{r,x} = 2F_n \cdot \cos \alpha + F_{n,x}$$

$$F_r = \frac{6m^2}{b^2}$$

$$F_{r,x} = \frac{6m^2}{2b^2}$$

$$F_n = \frac{kq^2}{b^2}$$

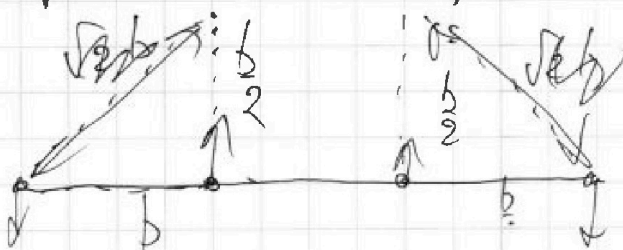
$$F_{n,x} = \frac{kq^2}{2b^2}$$

или

$$T = \frac{kq^2}{b^2} - \frac{6m^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2} - \frac{6m^2}{2\sqrt{2}b^2}$$

т.е. сила взаимного отталкивания  $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2}$

3) В этот момент, когда все шарик движутся на прямой вертикальные шарик сближаются на



вертикальные шарик сближаются на

$$d = \sqrt{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2}\right) + b^2} = b\sqrt{5}$$

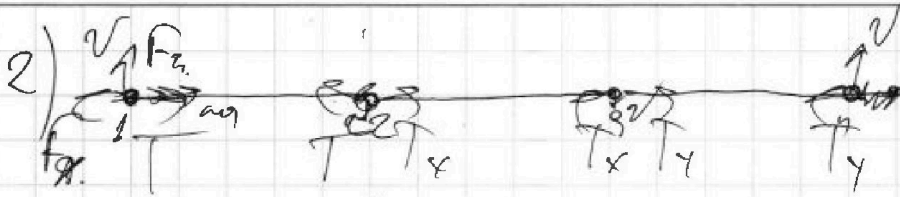
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



для 1.  $F_a = kax + \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} + \frac{kq^2}{9r^2} = \frac{kq^2}{r^2} \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) = \frac{6kq^2}{r^2} \left( \frac{9+4+1}{36} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{49}{36} \right)$

$F_a - T - T_x = ma$   
 $T - F_a = ma$

$F_a = \frac{6kq^2}{r^2} \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) = \frac{6kq^2}{b^2} \left( \frac{49}{36} \right)$

$a = \frac{v^2}{R}$   
 $a = \frac{v^2}{b}$

$T - ma = T + F_2 - F_a$

$v = b$

для 2.  $T = T_x + F_2 - F_a$

$F_{a,2} = \frac{kq^2}{r^2} \left( \frac{49}{36} \right)$

$F_{a,2} = \frac{6kq^2}{r^2} \left( \frac{49}{36} \right)$ , т.д.

силы зависят от времени мало,

то  $ma = F_a$ , а.с.

$a = \frac{kq^2}{b^2 m} \frac{49}{36}$

$a = \frac{kq^2}{b^2 m} \frac{49}{36}$

$v = \frac{49}{36} \frac{v_0}{\sqrt{6bm}}$

Ответ:  $\frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2}$

2)  $\frac{7q}{6} \sqrt{\frac{k}{bm}}$  3)  $b \frac{\sqrt{5}}{2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$mg h = \frac{mv^2}{2}$   
 $v = \sqrt{2gh}$   
 $g t^2 = 2gh$   
 $h = \frac{g t^2}{2}$

$A = 0.5 \cdot 8.81 \cdot 10^{-1} \cdot 2 = 0.881$   
 $t = 0.4 \text{ c}$

$R_1 = \frac{mv^2}{2R}$   
 $R_2 = \frac{mv^2}{2R}$   
 $R = \frac{mv^2}{2R}$

$F_{\text{ср}} = \frac{dI}{dt}$   
 $F_{\text{ср}} = \mu mg \cos \alpha$   
 $g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$   
 $g \cos \alpha \sin \alpha = 2c$   
 $\mu g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{20}{26} = 2c$

$S_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{16}{20} = 0.8 \text{ m}$   
 $S_2 = S_1 + a t^2 = 0.8 + 20 \cdot 0.4^2 = 5.2 \text{ m}$   
 $1 = 4t - 5t^2$   
 $5t^2 - 4t + 1 = 0$

$v_0 \cdot a \cdot t = 2$   
 $20 \cdot a \cdot t = 2$   
 $a = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ g}$

$h_{\text{max}} = 2r$   
 $20 \cdot a \cdot t = 2$   
 $a = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ g}$

$20 \cdot a \cdot t = 2$   
 $a = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ g}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

