



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

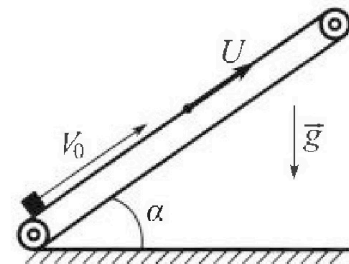
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

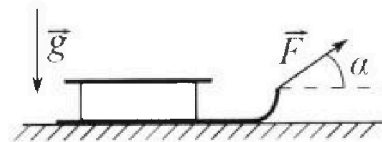
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.



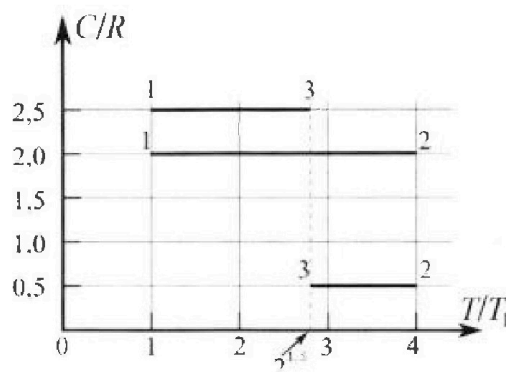
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



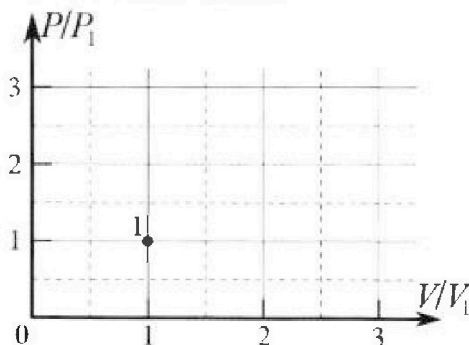
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



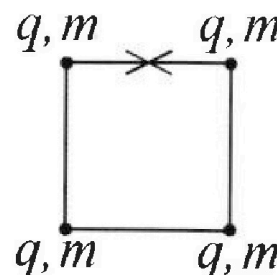
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

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!

продолжим

Высота будет максимальной, когда вертикальная составляющая скорости будет равна нулю в крайней точке траектории при заданном угле альфа \rightarrow

~~$H_{cd} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \rightarrow H$ будет максимальной когда $\sin^2 \alpha$ максимальна $\sin^2 \alpha = 1 \rightarrow H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м}$~~

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g t^2}{2 v_0 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0 \sin(2\alpha) t - g t^2}{2 v_0 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0 t}{2 \cos^2 \alpha} (2 \sin \alpha \cos \alpha - \frac{g t}{v_0 \cos^2 \alpha})$$

$$H_{max} = \frac{v_0 t}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{20 \cdot 20}{20} = 20 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = g T = 20 \text{ м/с}$

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!

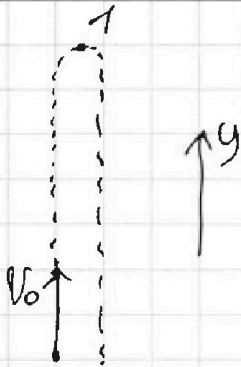


$T = 2t$

$S = 20 \text{ м}$

1) $v_0 = ?$

2) $H_{\text{max}} = ?$



№ 1

Решение

1) т.к. сопротивление воздуха пренебрежимо мало то на тело действует только сила тяжести \rightarrow вверх

формулы равноускор. движения

$y: v_y = v_{0y} + g_y T$

скорость в т.

$0 = v_0 - gT$

$v_0 - gT = 20 \text{ м/с}$

Рассмотрим бросок под произвольным углом к горизонту α

и

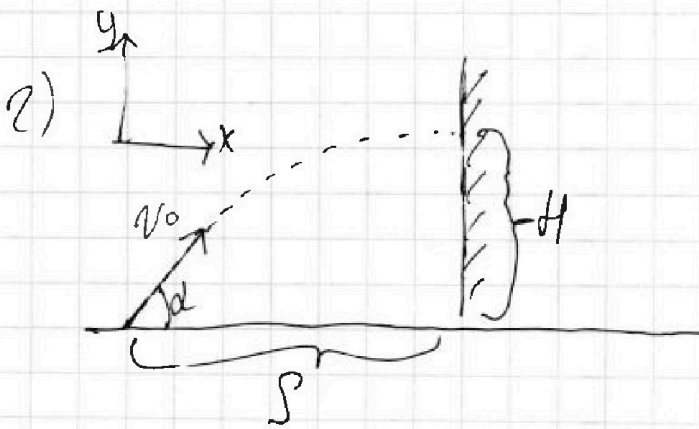
$y: H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x: S = v_0 \cos \alpha t$

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

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

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



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!

Продолжим:

$$A_{\text{Frp}} = E_2 - E_1 = 1) -\mu mg \cos \alpha L = mgL \sin \alpha - \frac{m v_0^2}{2}$$

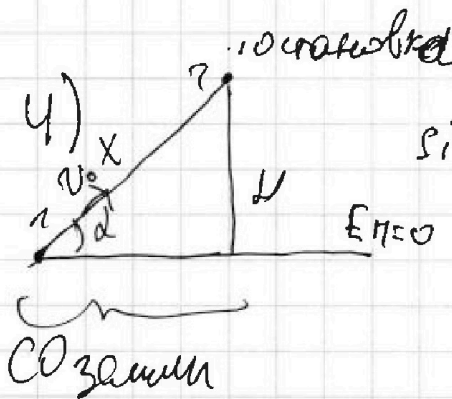
$$\mu mg \cos \alpha L = \frac{m v_0^2}{2} - mgL \sin \alpha$$

$$2\mu g \cos \alpha L \leq v_0^2 - 2gL \sin \alpha$$

$$2\mu g \cos \alpha L + 2gL \sin \alpha = v_0^2$$

$$L (2\mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha) = v_0^2$$

$$L = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,2 \text{ м}$$



$$\sin \alpha = \frac{H}{x} \rightarrow x = \frac{H}{\sin \alpha}, \text{ т.к. } \vec{v} \perp \vec{v} \rightarrow$$

$$A_{\text{nc}} = 0$$

3) $A_{\text{Frp}} = -\mu mg \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha}$

$$E_2 = mgH \rightarrow -\mu mg \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = mgH - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$E_1 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\mu g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2} - gH / 2$$

$$2\mu g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = v_0^2 - 2gH$$

$$2\mu g \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} H + 2gH = v_0^2 \rightarrow H = \frac{v_0^2}{2\mu g \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + 2g} = \frac{16}{25} = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: 2) $L = 0,2 \text{ м}$ 3) $H = 0,64 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



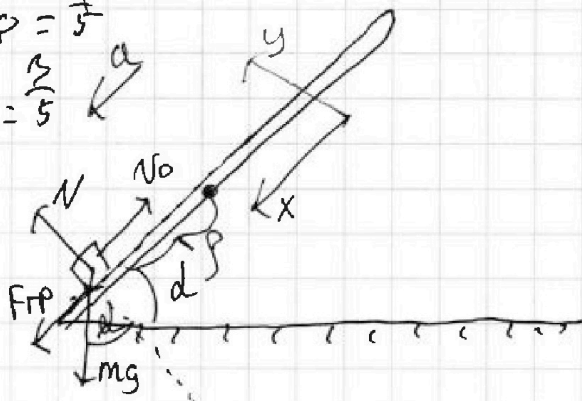
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin d = \sin \varphi = \frac{4}{5}$$

$$\cos d = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$



Решение

1) ЗБТ для коробки:

$$x: mg \sin d + F_{тр} = ma$$

$$y: N - mg \cos d = 0$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos d$$

$$mg \sin d + \mu mg \cos d = ma$$

$$g (\sin d + \mu \cos d) = a$$

$$g \left(\frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = a$$

$$a = g = 10 \text{ м/с}^2 = \text{const}$$

2) Кинематика

$$x: S = -v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad | (-1)$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2S = 2v_0 t - at^2$$

$$at^2 - 2v_0 t + 2S = 0$$

$$D = 4v_0^2 - 8aS = 64 - 80 < 0$$

$$h = L \sin d$$

3) Перегнём в СО земли:

по ЗС:

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_{0\text{пл}} + \vec{u}$$

$$\vec{v}_{0\text{пл}} = \vec{v}_0 - \vec{u}$$

$$v_{0\text{пл}} = v_0 - u = 2 \text{ м/с}$$

Полет L - это расстояние при котором коробка перестанет двигаться экв. относительно земли т.е. скорость земли постоянна по оси u \rightarrow верен ЗЗМЭ!

$$A_{F_{тр}} = E_2 - E_1, A_{F_{тр}} = -\mu mg \cos d L, E_1 = \frac{m v_{0\text{пл}}^2}{2}, E_2 = mg L \sin d$$

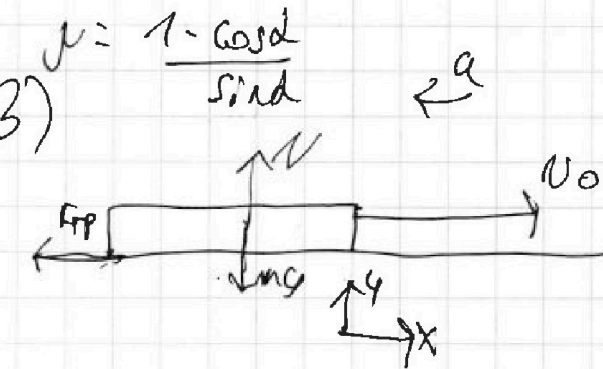
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



ЗЗМ:

$$N = mg$$

$$F = \mu mg = ma$$

$$a = \mu g = \text{const}$$

Решить как в задаче с

ускорением $a = \mu g$

$$0 = v_0 - at$$

$$v_0 = at \rightarrow T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

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

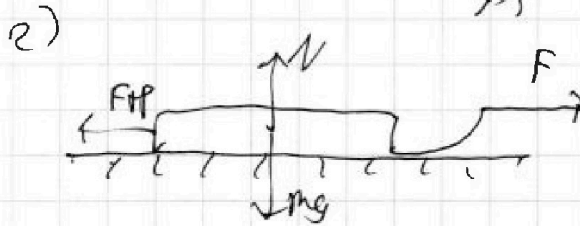
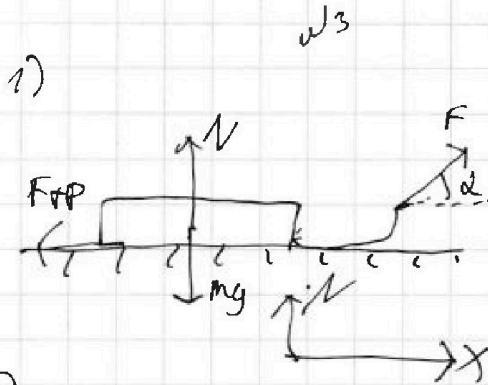
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) $\mu = ?$



Решение
по условию задачи
длина поверхности
из состояния покоя
до скорости v_0 за
одно и то же время
тележка ускоренно

в обоих случаях ра-
вен

1) ЭЗН для случая:

$$x: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

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

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg - \mu F \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

~~$2,8 = 4 = 1,2$~~

2) ЭЗН для случая

$$x: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

~~$2 \sqrt{2} = \sqrt{2} \cdot 4$~~

~~$2 = 4$~~

~~$2 \sqrt{2} = \sqrt{2} \cdot 4$~~

~~$2 = 4 = \sqrt{2}$~~

~~$12 = 4 \sqrt{2}$~~

~~12~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

3) Полиномиальный процесс 3-1

$$2^{1.5} = 2^{\frac{3}{2}} = \sqrt{8}$$

$$\Delta T = (T_1 - T_3) = T_1 (1 - 2^{1.5}) < 0$$

$C_{31} = 2.5R > 0$ → в процессе 3-1 газ совершает работу

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$\nu R (T_1 - T_3) = A_{31} = \nu R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

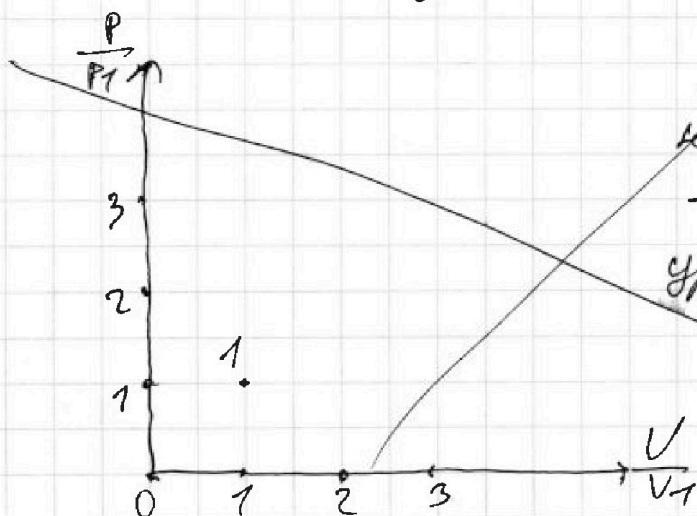
$$A_E = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 (4 - 2^{1.5}) + \nu R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

$$A_E = \nu R T_1 \left(\frac{3}{2} + 4 - 2^{1.5} + 1 - 2^{1.5} \right) = \nu R T_1 \left(\frac{3}{2} + 4 + 1 - 2\sqrt{8} \right) = \nu R T_1 \left(\frac{13}{2} - 2\sqrt{8} \right)$$

Работа производится в процессе 1-2 $Q_{22} = Q_H = 6 \nu R T_1$

$$\eta = \frac{A_E}{Q_H} = \frac{\nu R T_1 \left(\frac{13}{2} - 2\sqrt{8} \right)}{6 \nu R T_1} = \frac{\frac{13}{2} - 2\sqrt{8}}{6} = \frac{13 - 4\sqrt{8}}{12}$$

4)



процесс 1-2 это

процесс прямо пропорциональной зависимости:

$$p = \text{const} \rightarrow p \cdot V^{-1} = \text{const}$$

уравнение состояния:

$$pV^n = \text{const}, \text{ где } n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

$$n = -1 = \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

$$C - C_p = -C + C_v$$

$$2C = C_v + C_p = \frac{5}{2}R + \frac{5}{2}R$$

$$C_{12} = 2R$$

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!

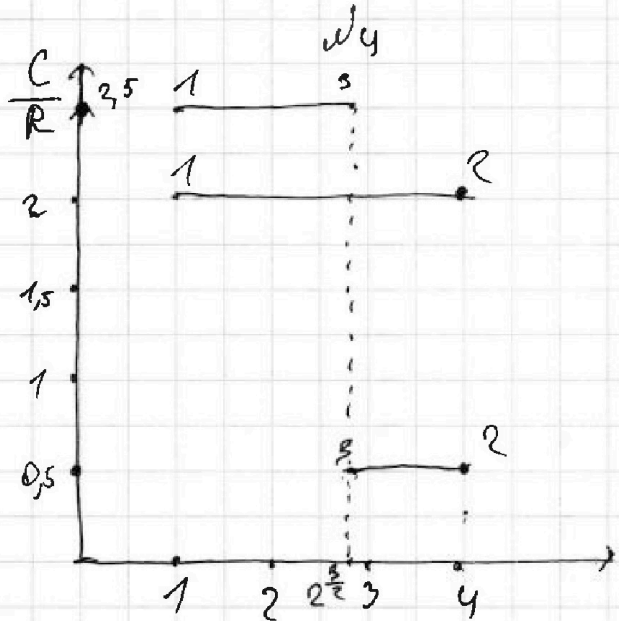
$T_1 = 400 \text{ K}$

$i = 3$

T_2 - неизвестно

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$



Решение

1) Рассчитаем процесс 1-2:

в т. 1 $T_1 = 400 \text{ K}$

в т. 2 $\frac{T_2}{T_1} = 4 \rightarrow T_2 = 4T_1$

$C_{12} = \nu R = \text{const}$

2) Первое начало термодинамики для 1-2:

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$Q_{12} = C_{12} \nu (4T_1 - T_1)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1)$

$C_{12} \nu T_1 \cdot 3 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1 + A_{12}$

$6 \nu R T_1 = \frac{9}{2} \nu R T_1 + A_{12}$

$A_{12} = \left(\frac{12}{2} - \frac{9}{2}\right) \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1$

$A_{12} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400}{2} =$

$A_{12} = \frac{600 \cdot 8,31}{4 \text{ p.1}} = 4906 \text{ Дж}$

2) в т. 3 $\frac{T_3}{T_1} = 2^{\frac{3}{2}}$

$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$

$T_3 = T_1 \cdot 2^{1,5}$

Рассчитаем процесс 2-3

$\Delta T = (T_3 - T_2) = T_1 (2^{1,5} - 4)$

$C_{23} = 0,5 R$

Первое начало термодинамики для 2-3

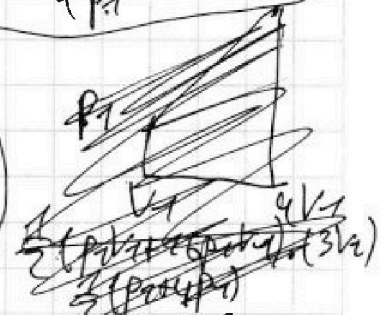
$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$\frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{23}$

$A_{23} = -\nu R (T_3 - T_2) = \nu R (T_2 - T_3) = \nu R T_1 (4 - 2^{1,5})$

в данном процессе

$C_{23} > 0$ $\Delta T < 0 \rightarrow Q_{23} < 0 \rightarrow$ в процессе 2-3 тепло отдано телу



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

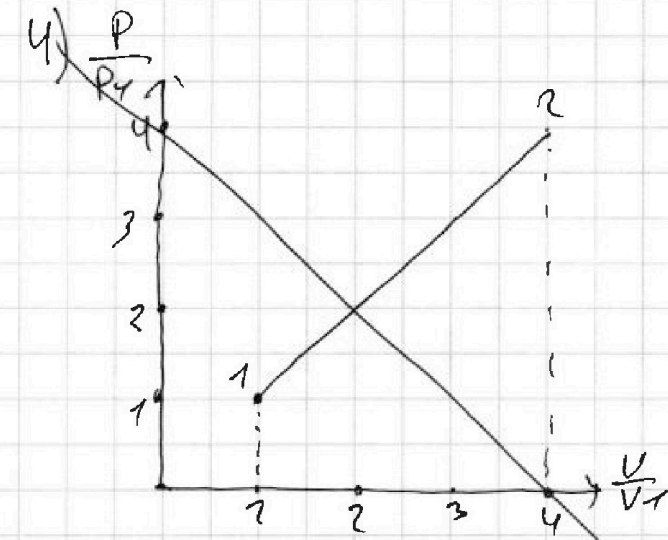
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



процесс 1-2 это
процесс прямо по
процесс 1-2 это
процесс прямо - пропорция
нальной зависимости:

$$p = \text{const} \rightarrow pV^\gamma = \text{const}$$

уравнение политропы:

$$pV^n = \text{const}, \text{ где } n = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}$$

$$n = -1 = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}$$

От. 1 $p_1 V_1 = \nu R T_1$

От. 2 $p_2 V_2 = \nu R 4 T_1 = 4 p_1 V_1$

От. 3 $p_3 V_3 = \nu R \sqrt{8} T_1$

процесс:

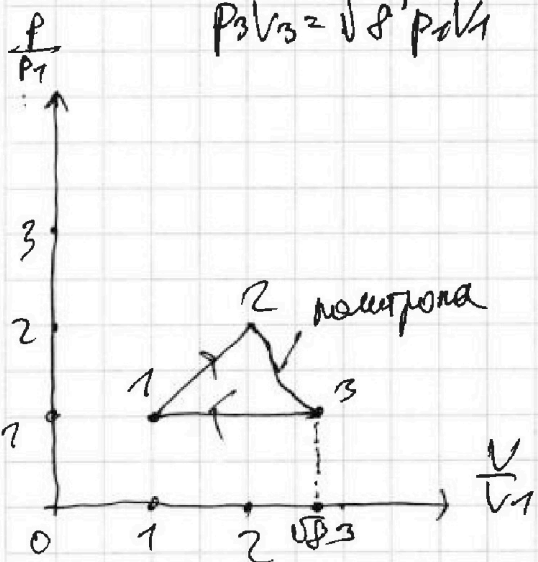
$C = \frac{5}{2} R$ - цооба

новый
процесс

$2C = C_p + C_v = \frac{5}{2} R + \frac{5}{2} R =$

$= 5R$

$C = 2.5 R$



Реш: 1) $A_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 = 4986 \text{ Дж}$

2) $\eta = \frac{13 - 4\sqrt{2}}{12}$

$C_{23} = \frac{1}{2} R$ $n = \frac{C_{23} - C_p}{C_{23} - C_v} = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R} =$

$= 2$
 $pV^2 = \text{const}$ процесс 2-3

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!

Продолжение задачи 2)

$$W_{\text{кон}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{13kq^2}{3b}$$

$$W_{\text{нач}} = \frac{8kq^2 + 2\sqrt{2}kq^2}{2b} = \frac{4kq^2 + \sqrt{2}kq^2}{b} = \frac{kq^2}{b} \cdot (4 + \sqrt{2})$$

~~ЗСД для системы:~~

Реш: $V = \frac{kq^2}{4b^2} \cdot (4 + \sqrt{2})$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

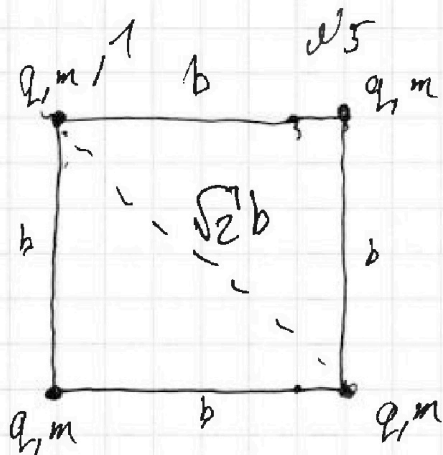
МФТИ

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

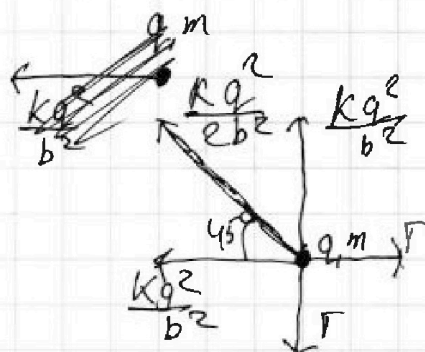


Решение

1) Г-?



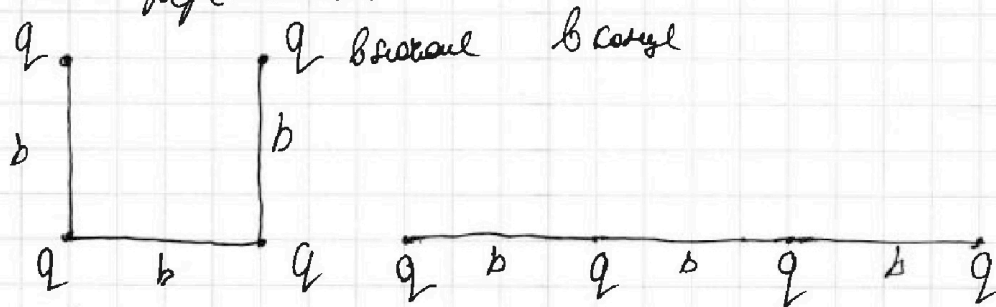
1) Рассмотрим шарик 1



→ x 23H для шарика

$$\begin{aligned}
 x: \quad & \Gamma - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \cos 45^\circ = 0 \\
 & \Gamma = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2} kq^2}{4b^2} \\
 & \Gamma = \frac{4kq^2 + \sqrt{2} kq^2}{4b^2} = \frac{kq^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}
 \end{aligned}$$

2) найти результирующую



W - взаимная энергия шариков

$$W_{\text{пол}} = \frac{kq^2}{b} + 2 \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2\sqrt{2}kq^2}{2b} \Rightarrow$$

$$W_{\text{пол}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

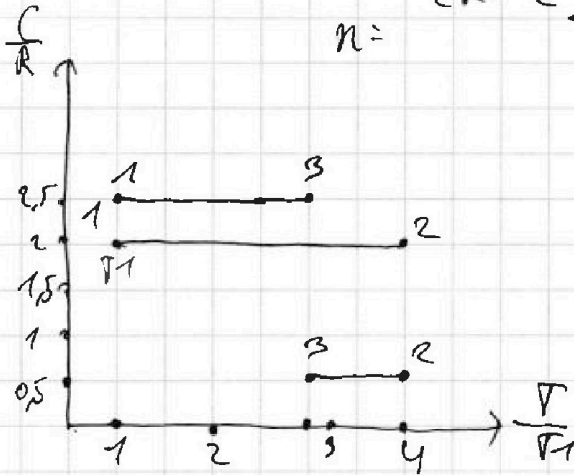
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$T_1 = 400 K$



$n =$

$$\frac{\frac{1}{2}R + \frac{3}{2} \frac{1}{2} - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2} - \frac{3}{2}}$$

Решение

Условие 1.2

$C = 2R$

$\frac{T}{T_1} = 4 \quad T = 4T_1 \text{ br. 2}$

br. 1

$p_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$

br. 2. $p_2 V_2 = \sqrt{R 4 T_1}$

$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$

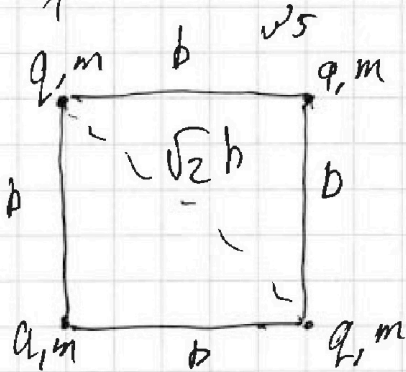
$p V = 4 p_1 V_1 \quad \left| \frac{1}{p_1 V_1} \right.$
 $\frac{p}{p_1} = 4 \frac{V_1}{V}$

$600 \cdot 8 = 4800$

$600 \cdot 0,3 T \quad \mu = -\alpha g d$

$-2as = v^2 - v_0^2 \quad 186.$

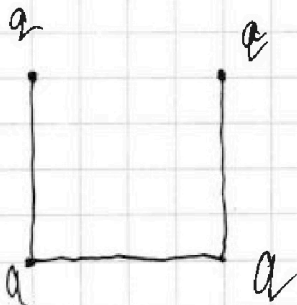
$v^2 = v_0^2 - 2as$



$\chi: F - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$

$F = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{4b^2}$

$F = \frac{4kq^2 + \sqrt{2}kq^2}{4b^2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

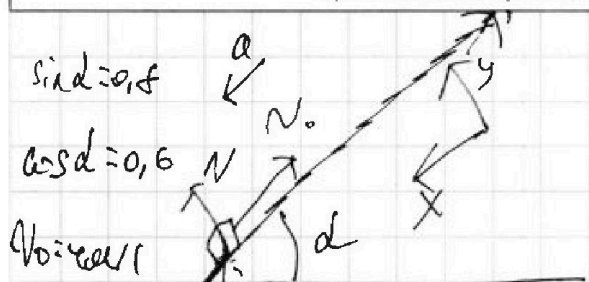
- 1 2 3 4 5 6 7

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



МФТИ

$$\sin \alpha = \frac{H}{L} \quad \alpha = \arcsin \frac{H}{L}$$

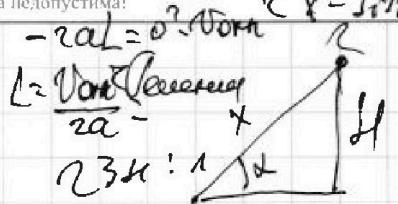


$$v = v_0 + at$$

$$v = at$$

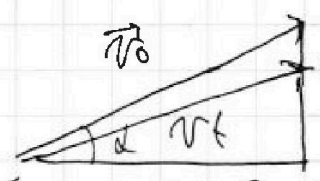
$$0 = v_0 \cos \alpha + at$$

$$at = \frac{v_0 \cos \alpha}{a} = \mu \cos \alpha \quad x: mg \sin \alpha + F_{tr} = ma$$



$$v = \frac{1}{2}$$

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



$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$$

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

$$a = 10 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)$$

$$a = \omega \mu c^2 = \text{const}$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad 1/2$$

$$2\mu g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2 \quad 2S = 2v_0 t - at^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2\mu g \cos \alpha S - at^2 = 2v_0 t - 2S = at^2$$

$$at^2 - 2v_0 t + 2S = 0$$

$$D = 4v_0^2 - 8S a = 64$$

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

$$F = m(a + \mu g)$$

$$A + F = -\mu mg \cos \alpha S =$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v^2}{2}$$

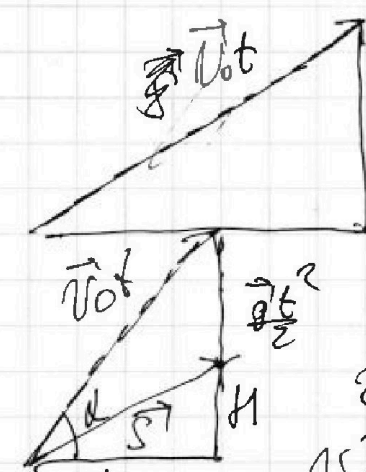
$$-2\mu g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2 - 2g \sin \alpha S$$

$$-2\mu g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2 - 2g \sin \alpha S$$

$$-2\mu g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2 - 2g \sin \alpha S$$

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$



$$L = v_0 \cos \alpha t$$

$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \mu g L - \frac{gt^2}{2} \quad \mu = \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + \mu$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1 \quad | : \cos \alpha$$

$$1 + \mu \tan \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\mu \tan \alpha = \frac{1}{\cos \alpha} - 1$$

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha}$$