



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

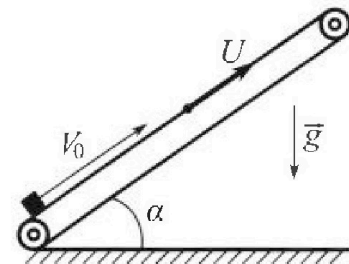
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

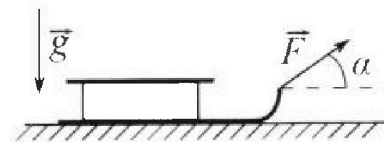
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.



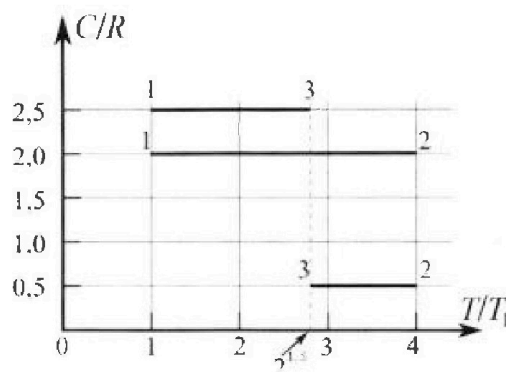
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



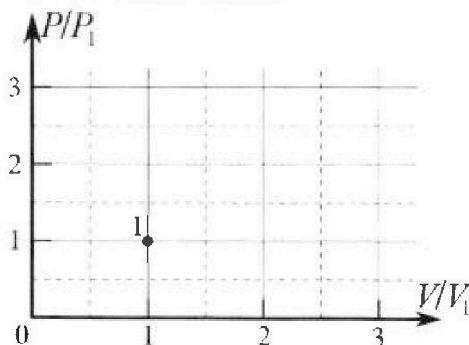
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



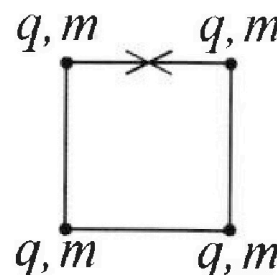
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

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:  $v_0 = g T = 20 \text{ м/с}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

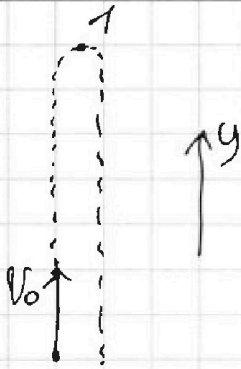
1  
  2  
  3  
  4  
  5  
  6  
  7



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



$u_1$

Решение

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

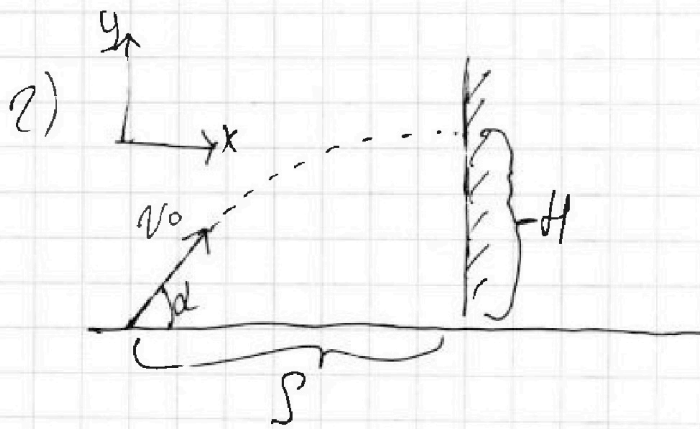
формулы равноускор. движения

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

скорость в т. 1

$$0 = v_0 - gT$$

$$v_0 - gT = 0 \text{ м/с}$$



Рассмотрим бросок под произвольным углом к горизонту  $\alpha$

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

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

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

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

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



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:

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

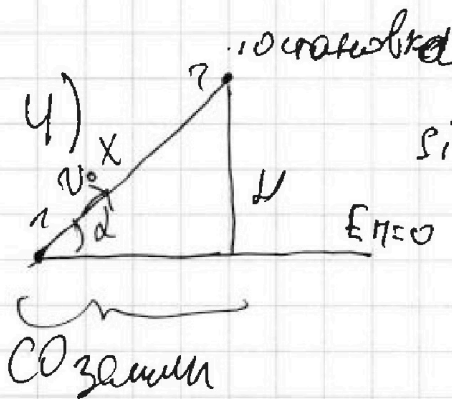
$$\mu mg \cos \alpha L = \frac{m v_0^2}{2} - mgL \sin \alpha$$

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

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

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

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



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

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

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



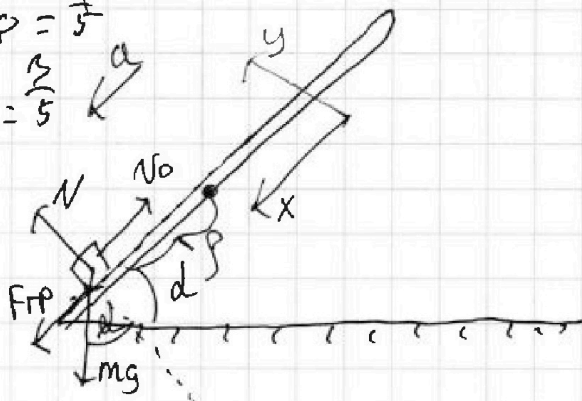
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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



Решение

1) ЭЗП 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 ВСС:

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

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

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

Полет  $L$  - это расстояние при котором коробка перевернётся относительно земли т.е. скорость земли постоянна по оси  $u$   $\rightarrow$  верен ЗЗМЭП!

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

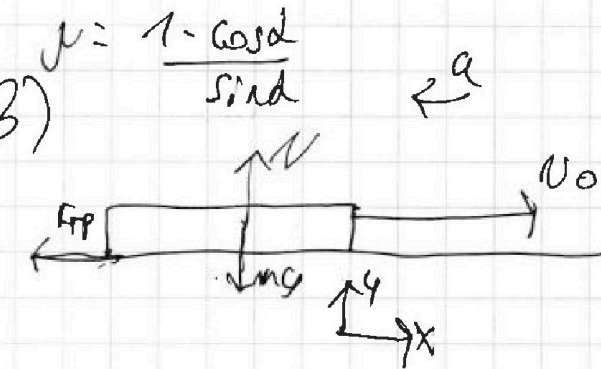
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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.

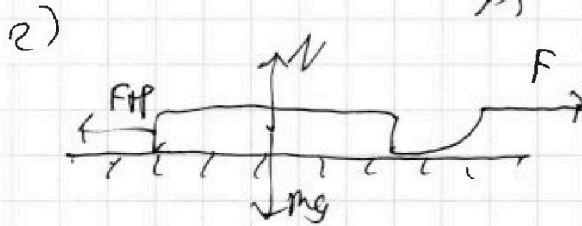
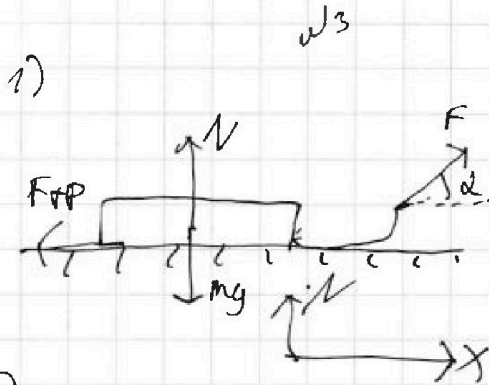
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 фазы покоя и ускорения покал до скорости  $v_0$  за одно и то же время полета ускорения

в обоих случаях ра вен

1) ЭЗН для осей:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2) ЭЗН для осей

$$x: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

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

~~$2 = 4$~~

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

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

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

~~$12$~~



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) Полиотриум 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

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

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

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

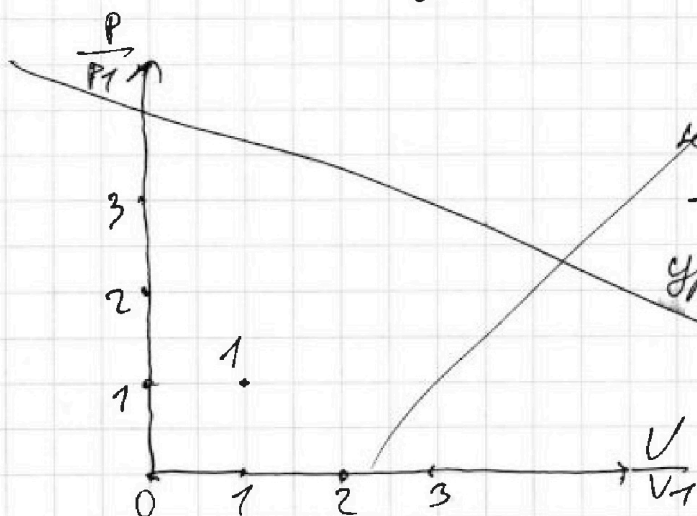
$$A_E = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 (4 - 2^{1.5}) + \nu R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

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

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:

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

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

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

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

$$C_{12} = 2R$$

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!

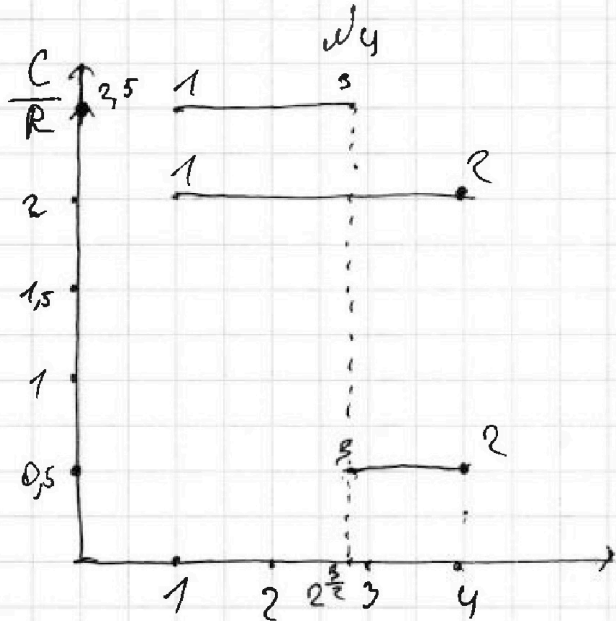
$T_1 = 400 \text{ K}$

$i = 3$

$T_2$  - неизвестно

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$



Решение

1) Рассчитаем процесс 1-2:

в т. 1  $T_1 = 400 \text{ K}$

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

$C_{12} = 2R = \text{const}$

2) Первое начало термодинамики для 1-2:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

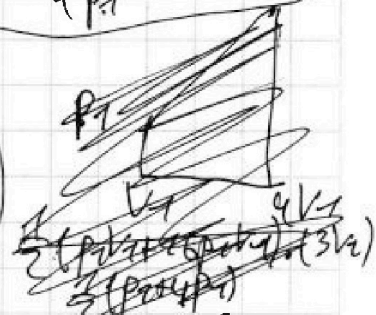
$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

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

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

в данном процессе

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



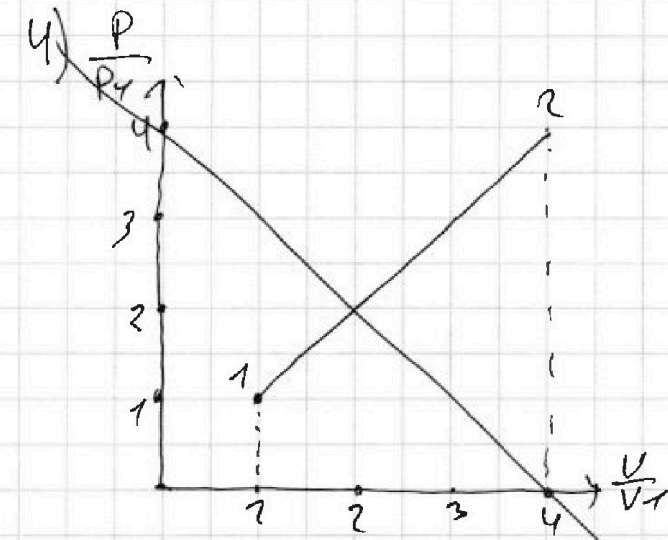
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 - пропорциона  
нальной зависимости:

$$P = \text{const} \rightarrow PV^\gamma = \text{const}$$

уравнение политропы:

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

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

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:

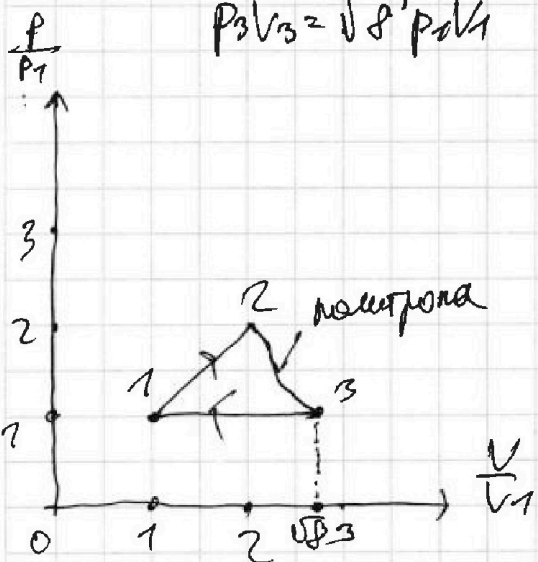
$C = \frac{5}{2} R$  - мода

новый  
процесс

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

$= 5R$

$C = 2.5R$



$P_3 V_3 = \sqrt{8} P_1 V_1$

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!

Продолжим из пункта 2)

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

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

~~3С) для системы:~~

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

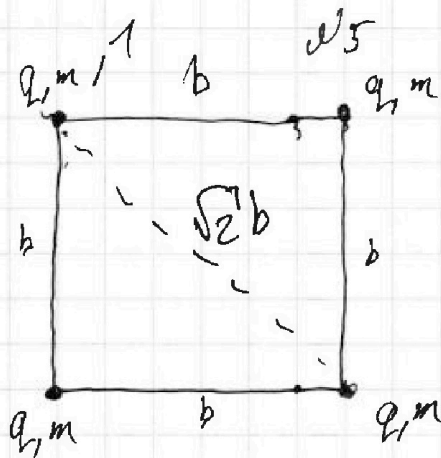
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

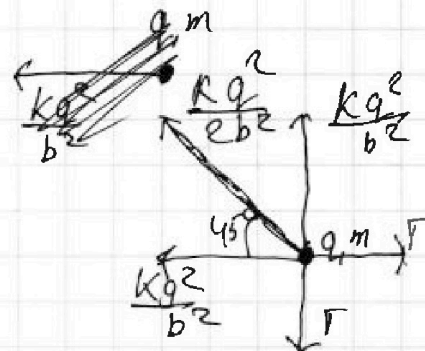


1) Г-?



Решение

1) Рассмотрим шарик 1

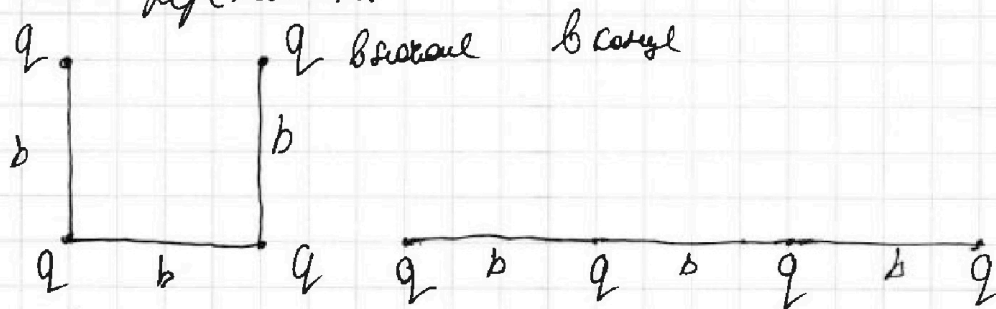


→ x ось для шарика

$$x: F = \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \cos 45^\circ = 0$$

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

2) найти результирующую



W - взаимная энергия шариков

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

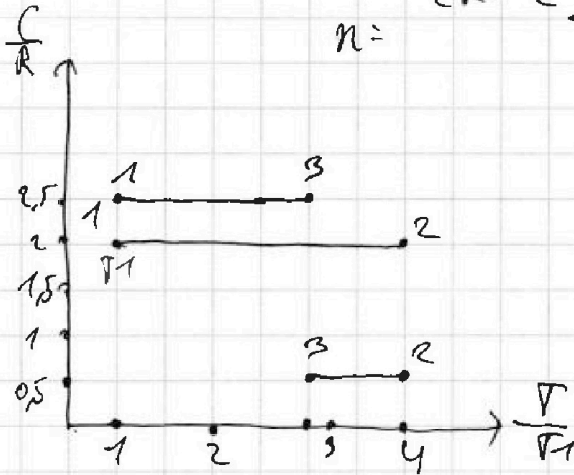
1  2  3  4  5  6  7

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

1) процесс 1-2

$C = 2R$

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

бр. 1

$p_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$

бр. 2.  $p_2 V_2 = \sqrt{R 4 T_1}$

$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$

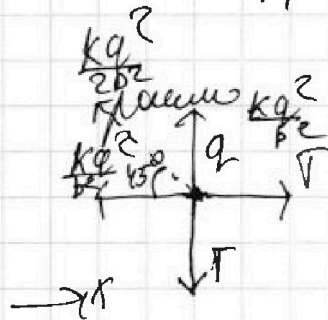
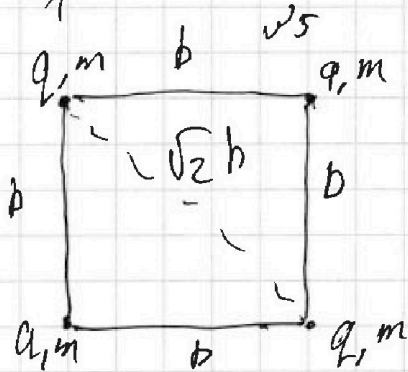
$p V = 4 p_1 V_1 \quad \left| \frac{1}{p_1 V_1} \right.$   
 $\frac{p}{p_1} = 4 \frac{V_1}{V}$

$600 \cdot 8 = 4800$

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

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

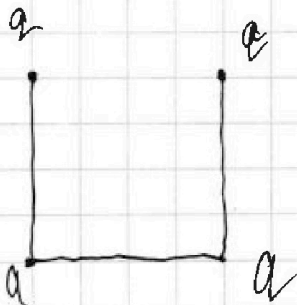
$v^2 = v_0^2 - 2as$



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

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

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



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!



$\vec{v} = v_0 \vec{e}_y$   
 $S = 20 \text{ м}$   
 $\vec{v} = v_0 \vec{e}_y + g_y \vec{t}$   
 $v_y = v_{0y} + g_y t$   
 $0 = v_0 - g t$   
 $v_0 = g t$   
 $\frac{0,64 \cdot 5}{4} = 0,8 \text{ м/с}$   
 $v_{0H_2} = v_0 - u = \text{качественно}$   
 $+ \mu mg \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} - \frac{m v_0^2}{2} - m g H$   
 $H = v_0 \sin \alpha t$   
 $H = v_0 g t + \frac{g y t^2}{2}$   
 $H = v_0 \sin \alpha t$

Это будет max высота если про маневрирование +  $g t^2$   
 всего задача про проекции

$v = v_0 \sin \alpha - g t$   
 $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$   
 $x: S = v_0 \cos \alpha t$   
 $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$   
 $20 \cdot \left( \mu \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{4} \right)$   
 $20 \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{4} = 20 \cdot \left( \frac{1}{6} + 1 \right) \right)$   
 $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$   
 $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$   
 $H = \frac{v_0^2 \cos \alpha}{\sin \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$   
 $H = \frac{\sin \alpha S}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$   
 $H = \frac{2 v_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha S - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha S - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 S - g S^2}{v_0^2}$   
 $\frac{u^2}{c^2} \cdot u - \frac{u^3}{c^2} = \frac{u^3}{c^2} - \frac{u^3}{c^2} = \frac{u^3}{c^2} = u$   
 $\frac{u^3}{c^2} = u$   
 $\frac{400 \cdot 20 - 200}{400} = \frac{7600}{400} = 19,5 \text{ м}$   
 $\frac{2 \sin \cos}{\cos^2} = 2 \text{tg} \alpha$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

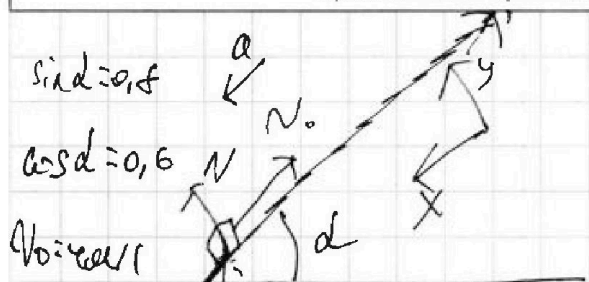
- 1  2  3  4  5  6  7

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



МФТИ

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

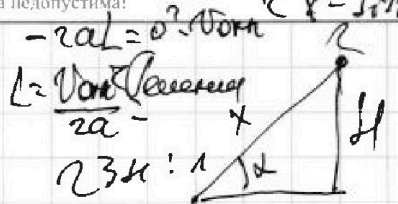


$$v = v_0 + at$$

$$v = at$$

$$0 = v_0 + at$$

$$at = \frac{v_0 + 0}{2} t = 0.5 v_0 t$$

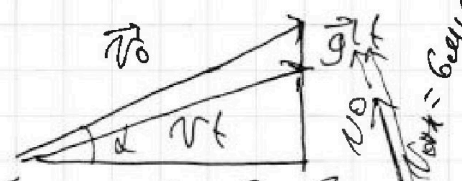


$$v_0 = 4 \text{ m/s}$$

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

$$\sin \alpha = 0.8$$

$$\cos \alpha = 0.6$$



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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$a = 10 \cdot (0.8 + \frac{1}{3} \cdot 0.6)$$

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

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

$$2g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2 \quad 2S = \frac{v_0^2 - v^2}{g \cos \alpha}$$

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

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

$$D = 4v_0^2 - 8Sa = 64$$

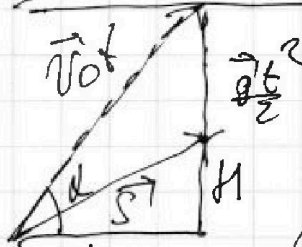
$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

$$F + 1 = -\mu mg \cos \alpha S =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$m = 2 \text{ kg}$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$   
 $\mu = 0.2$



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

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

$$H = \mu g L - \frac{gt^2}{2}$$

$$\mu g L = \frac{gt^2}{2}$$

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

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

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

$v_0 = 4 \text{ m/s}$   
 $\mu = 0.2$   
 $\sin \alpha = 0.8$   
 $\cos \alpha = 0.6$   
 $a = 10 \text{ m/s}^2$   
 $S = 1 \text{ m}$   
 $F = 12 \text{ N}$