



# 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.

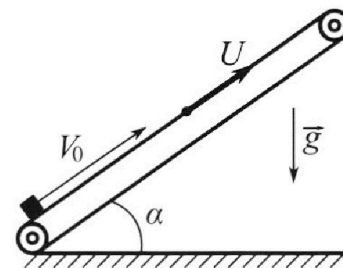
①) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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 как ом 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.

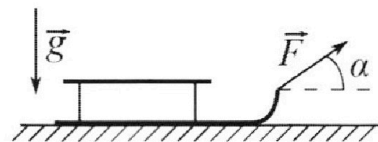
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.





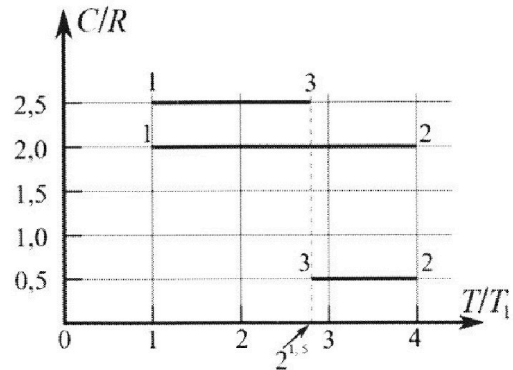
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



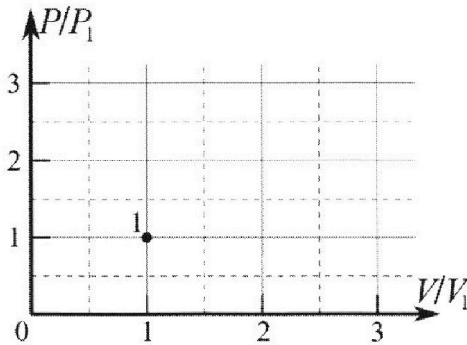
4) Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



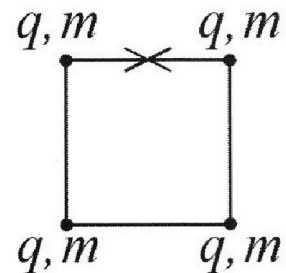
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

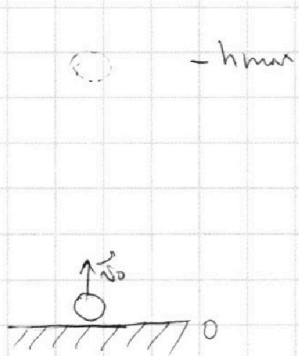
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1)  $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 - v_{0y}^2}{-2g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad | \cdot 2g$$

$$v_0^2 = v_0 \cdot t \cdot 2g - g^2 t^2$$

$$v_0^2 - 2gt \cdot v_0 + g^2 t^2 = 0$$

$$v_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot v_0 + 4 \cdot 100 = 0$$

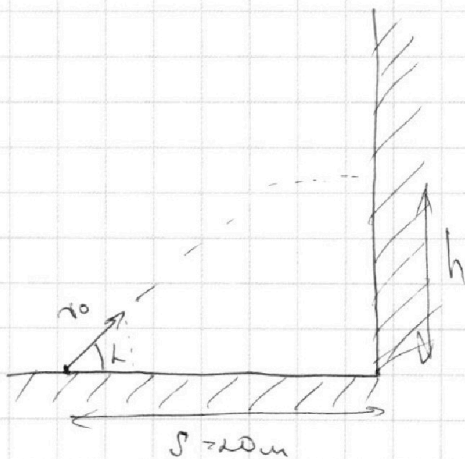
$$v_0^2 - 40v_0 + 400 = 0$$

Ответ: 1) 20 м/с

$$D = 1600 - 4 \cdot 400 = 0$$

$$v_0 = \frac{40 - 0}{2} = 20 \text{ м/с}$$

2)



$$s = x = v_0 x t = v_0 \cos \alpha \cdot t \quad t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 y t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = h$$

$$= \frac{v_0 \sin \alpha \cdot s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot s^2}{v_0^2 \cos^3 \alpha \cdot 2}$$

$$= \operatorname{tg} \alpha \cdot s - \frac{g \cdot s^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{2v_0^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

$$= \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \left( \operatorname{tg}^3 \alpha \cdot s - \frac{g s^2}{v_0^2} + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \frac{g s^2}{v_0^2} \right) =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" 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!

$$= \frac{1}{\text{tg}^2 \alpha} \left( \text{tg}^3 \alpha - s - \frac{gs^2}{2v_0^2} \right)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

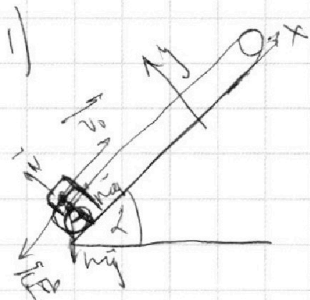
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



N 2



$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с} = v_{0y}$$

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

по II 3. Координ.

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$

~~$$y: N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{sp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$~~

~~$$y: N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{sp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$~~

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

~~$$v_x = v_0 + at_0$$~~

~~$$v_0 = at_0$$~~

~~$$t_0 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$~~

~~$$x: am = -mg \sin \alpha - \mu F_{sp}$$~~

~~$$a = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$~~

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

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

$$= -10 \text{ м/с}^2$$~~

~~$$v_{y^2} - v_{y^1}^2 = 2as$$~~

~~$$v_{y^2} - v_{y^1}^2 = -2as$$~~

~~$$v_{y^2}^2 = v_{y^1}^2 + 2as = 16 + 20 \cdot g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$~~

~~$$(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \cdot s = 16 + 20 (0,8 + \frac{0,6}{3}) =$$~~

~~$$= 16 + 20 \cdot (0,8 + 0,2) = 36$$~~

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

~~$$5t^2 - 4t + 1 = 0$$~~

~~$$D = 16 - 20 = -4$$~~

~~Отв: этого не произойдет.~~

~~$$x = 4 \cdot 0,4 + \frac{10 \cdot 0,16}{2} =$$~~

~~$$= 1,6 + 0,8 = 0,8 \text{ м}$$~~

~~$$s \cdot x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$~~

~~$$0,2 = 5t_1^2$$~~

~~$$t_1 = \sqrt{\frac{0,2}{5}} = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ с}$$~~

$$T = t_1 + t_0 = 0,2 + 0,4 = \boxed{0,6 \text{ с}}$$

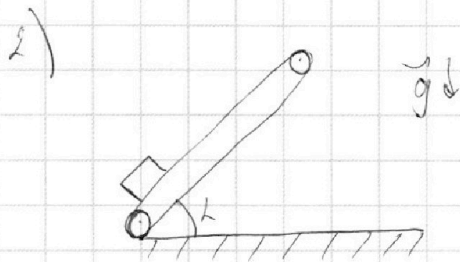
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$v_0 = v \text{ в } \text{направление } \omega$$

$$u = v_0 \sin \alpha = 2 \text{ м/с}$$

$$v_1' = u + v_c$$

$$v_c = v_1' - u = 0 - 2 = -2 \text{ м/с}$$

$$v_c = v_0 + at$$

$$v_c = v_0 + at$$

$$t = \frac{v_c - v_0}{a} = \frac{0 - 2}{-10} = 0,2 \text{ с}$$

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 2 \cdot 0,2 + \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 \text{ м}$$

$$\Rightarrow 4 \cdot 0,4 - \frac{0,08 \cdot 10}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$L = x + ut = 0,8 + 2 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ м}$$

$$= 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 \text{ м}$$

3)  $v_2' = u + v_c$

$$v_c = v_2' - u = 0 - 2 = -2 \text{ м/с}$$

$$v_c = v_0 + at$$

$$t = \frac{v_c - v_0}{a} = \frac{-2 - 4}{-10} = 0,6 \text{ с}$$

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 4 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,36}{2} = 2,4 - 1,8 = 0,6 \text{ м}$$

$$L = x + ut = 0,6 + 2 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ м}$$

$$H = L \cdot \cos \alpha \sin \alpha = 1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ м}$$

Ответ: 1) ~~...~~  $T = 0,6 \text{ с}$

2) ~~...~~  $L = 1,6 \text{ м}$

3) ~~...~~  $H = 1,44 \text{ м}$

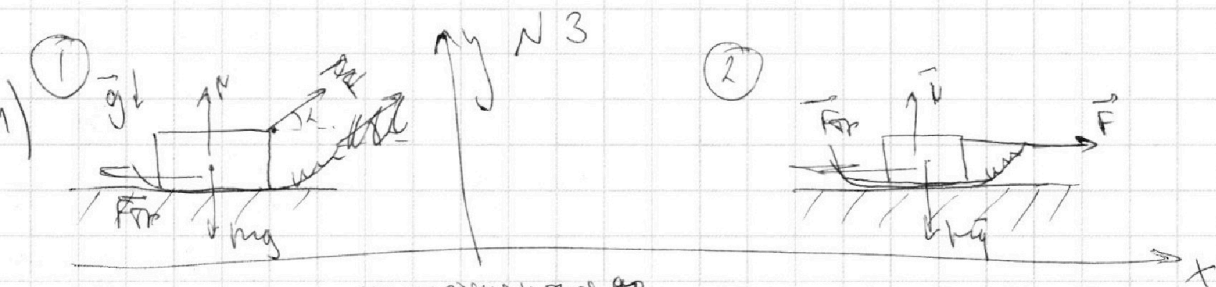
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1)  $y: \dots$   
 из условия равенства  $g_0$   
 углов и той же скорости  
 за равные промежутки  $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$

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

$$N = mg - F \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_{fr} = \mu(mg - F \cdot \sin \alpha)$$

$$x: am = F \cdot \cos \alpha - \mu(mg - F \cdot \sin \alpha)$$

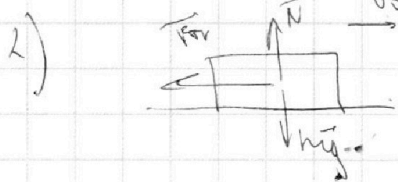
$$F \cdot \cos \alpha - \mu(mg - F \cdot \sin \alpha) = F - \mu mg$$

$$F \cdot \cos \alpha - F = \mu(mg - F \cdot \sin \alpha) - \mu mg$$

$$F(\cos \alpha - 1) = \mu(mg - F \cdot \sin \alpha - mg)$$

$$F(1 - \cos \alpha) = \mu \cdot F \cdot \sin \alpha$$

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



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

$$am = F_{fr}$$

$$am = \mu mg \Rightarrow a = \mu g = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g$$

$$v_{01} = v_0 + at$$

$$v_0 = at \Rightarrow T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} =$$

$$\text{Ответ: } 1) \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



НЧ

$$1) C_{12} = \frac{A_{12} + Q_{12}}{T_2 - T_1} = \frac{A_{12} + i \cdot \frac{1}{2} \gamma R (T_2 - T_1)}{T_2 - T_1}$$

$$i = 3$$

$$2 \gamma R (4T_1 - T_1) = A_{12} + \frac{i}{2} \gamma R \cdot 3T_1$$

$$2 \gamma R \cdot 3T_1 - 1,5 \gamma R \cdot 3T_1 = A_{12}$$

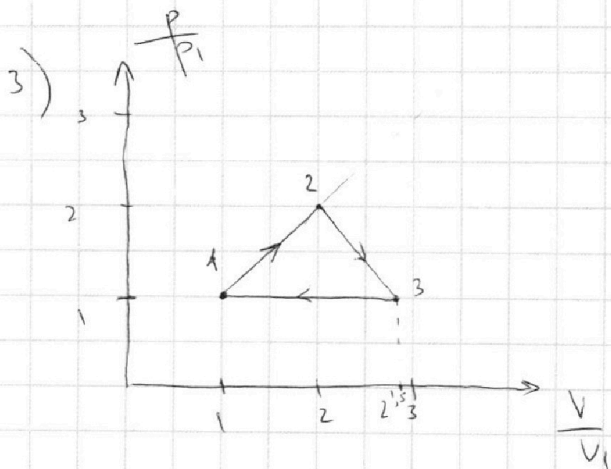
$$A_{12} = 1,5 \gamma R T_1 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 1000 \cdot 4986 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{12} - Q_2}{Q_1} = \frac{C_{12} (T_2 - T_1) + C_{23} (T_3 - T_2) + C_{31} (T_1 - T_3)}{C_{12} (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{2R (4T_1 - T_1) + 0,5R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + 2,5R (T_1 - 2\sqrt{2}T_1)}{2R (4T_1 - T_1)}$$

$$= \frac{2 \cdot 3 + 0,5(2\sqrt{2} - 4) + 2,5(1 - 2\sqrt{2})}{6} = \frac{6 - 2 + \sqrt{2} + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6}$$

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



1-3 - изобара  $\Rightarrow p_1 = p_3$

$$A_{12} = 1,5 \gamma R T_1 = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$3 \gamma R T_1 = p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_1 V_1$$

$$0 = p_1 V_2 - p_2 V_1$$

$$p_1 V_2 = p_2 V_1 \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{V_1} \cdot V_2 = \uparrow$$

$$= \frac{p_1}{V_1} \cdot V_2$$

прямая зависимость



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!

$$\frac{A_{2-3} + Q}{\rho \Delta T} = C_{23}$$

~~$$0,5R \rho_{23} \cdot \rho (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) = A_{2-3} \cdot \frac{6}{2} \rho R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1)$$~~

~~$$0,57R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) - 1,57R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) = A_{2-3}$$~~

~~$$-7R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) = A_{2-3}$$~~

~~$$7R \rho_{23} (4 - 2\sqrt{2}) = A_{2-3}$$~~

~~$$7R \rho_{23} (4 - 2\sqrt{2}) = \frac{(p_2 + p_3)(V_3 - V_2)}{2}$$~~

~~$$27R \rho_{23} (4 - 2\sqrt{2}) = p_2 V_3 - p_2 V_2 + p_3 V_3 - p_3 V_2$$~~

~~$$87R \rho_{23} - 45\sqrt{2}R \rho_{23} + 47R \rho_{23} - 25\sqrt{2}R \rho_{23} = p_2 V_3 - p_3 V_2$$~~

~~$$127R \rho_{23} - 65\sqrt{2}R \rho_{23} = p_2 V_3 - p_3 V_2$$~~

$$p_2 V_2 = \frac{p_2 V_1 \cdot V_2^2}{V_1^2} = p_2 V_2 = 4p_2 V_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} = \sqrt{4} = 2$$

изометрическое расширение  
вдоль оси 1-3-изобара  $\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow V_3 = \frac{V_1 \cdot T_3}{T_1} = \frac{V_1 \cdot 2\sqrt{2}T_1}{T_1} = V_1 \cdot 2\sqrt{2}$

$$\Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 2\sqrt{2}$$

Ответ: 1) 4986 Дж

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

3) см. график



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!

$$1) \quad C_{12} = \frac{A_{12} + Q_{12}}{V \Delta T} = \frac{A_{12} + \frac{1}{2} V R (T_2 - T_1)}{V \cdot (T_2 - T_1)}$$

$$i = 3$$

$$2 R V (4 T_1 - T_1) = A_{12} + \frac{1}{2} V R \cdot 3 T_1$$

$$2 V R \cdot 3 T_1 - 1,5 V R \cdot 3 T_1 = A_{12}$$

$$A_{12} = 1,5 V R T_1 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 400 = \boxed{4986 \text{ Дж}}$$

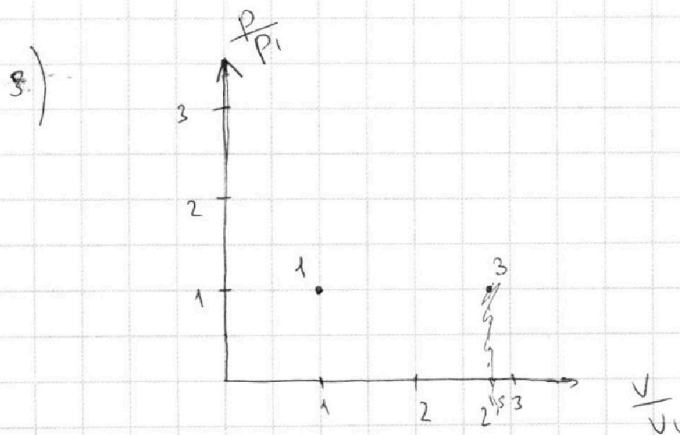
$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 400 \\ \hline 3324,00 \\ \hline \begin{array}{r} 1 \quad 1 \quad 2 \\ 3 \quad 3 \quad 2 \quad 4 \\ \hline 1 \quad 5 \\ \hline 1 \quad 6 \quad 6 \quad 2 \quad 0 \\ \hline 3 \quad 3 \quad 2 \quad 4 \\ \hline 4 \quad 9 \quad 8 \quad 6 \quad 0 \end{array} \end{array}$$

$$2) \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{C_{12} (T_2 - T_1) + C_{23} (T_3 - T_2) + C_{31} (T_1 - T_3)}{C_{12} (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{2R (4T_1 - T_1) + 0,5R (-4T_1 + 2\sqrt{2}T_1) + 2,5R (T_1 - 2\sqrt{2}T_1)}{2R (4T_1 - T_1)}$$

$$= \frac{2 \cdot 3 + 0,5(-4 + 2\sqrt{2}) + 2,5(1 - 2\sqrt{2})}{6} = \frac{6 - 2 + \sqrt{2} + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6}$$

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



$1,5 V R = \frac{(P_1 + P_3) V_2}{2}$

$\checkmark - 3 - 4 \text{ 30 8 10}$

$$P_1 = P_3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_3}$$

$$V_3 = \frac{V_1 \cdot T_3}{T_1}$$

$$= \frac{V_1 \cdot 2\sqrt{2} T_1}{T_1} = 2\sqrt{2} V_1$$

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

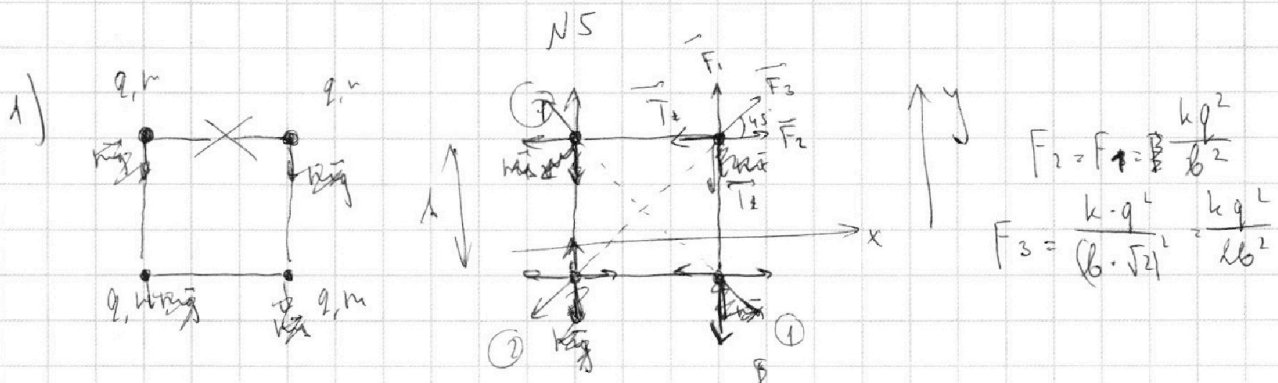
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

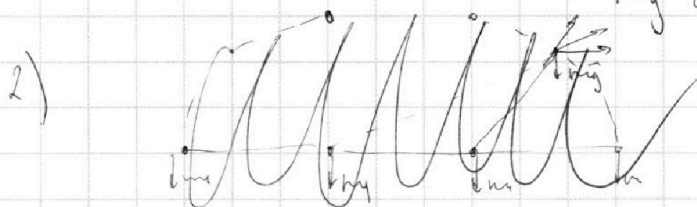


$$x: \bar{T}_2 = F_2 + F_3 \cdot \cos \alpha = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{2b^2 \cdot 2} = \frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{4 + \sqrt{2}}{4}$$

~~y:  $T_2 + mg = F_1 + F_3 \cdot \sin \alpha$~~

~~$T_2 = F_1 + F_3 \cdot \sin \alpha - mg = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{2b^2} - mg$~~

~~$-mg = \frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) - mg$~~



Ответ: 1)  $\bar{T} = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{4 + \sqrt{2}}{4}$

2)  $v = 0$

3)  $d = b$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$(x - \omega)^2 = x^2 - 4\omega x + 4\omega^2$$

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

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

$$\cos^2 2\alpha = 1 - \sin^2 2\alpha = 1 - 4\cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha =$$

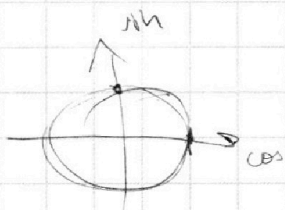
$$= 1 -$$

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

$$0 = \frac{2}{4} - 1$$

~~cos~~

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



$$p_2 = \frac{p_1 v_2}{v_1} = \frac{p_1 \cdot v_2}{v_1}$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$(p_1 + p_2)(v_2 - v_1)$$

$$(p_1 + p_2)(v_2 - v_1)$$

$$\text{tg}^2 \alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$\text{tg}^2 \alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \text{tg}^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha)$$

$$\cos^2 \alpha - \text{tg}^2 \alpha + \text{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = 0$$

$$\cos^2 \alpha (1 + \text{tg}^2 \alpha) = \text{tg}^2 \alpha$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$\cancel{\text{tg} \alpha \cdot s} - \frac{g s^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha)}{2 v_0^2 \cdot \text{tg} \alpha} = \text{tg}^3 \alpha \cdot s -$$

$$\frac{1}{\text{tg} \alpha} \left( \text{tg}^3 \alpha \cdot s - \frac{g s^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha)}{2 v_0^2} \right)$$

$$c = \frac{1}{2} R v_0^2 = \frac{A + Q}{\tau}$$

~~$$c_{12} = \frac{A_{12} + Q_{12}}{v \tau}$$~~

$$c_{12} = \frac{A_{12} + Q_{12}}{v \tau} = \frac{A_{12} + \frac{1}{2} R (T_2 - T_1)}{v (T_2 - T_1)}$$

$$2 R v (T_2 - T_1) = A_{12} + \frac{1}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$\begin{array}{r} \times 1662 \\ \hline 3324 \end{array}$$

$$f = \frac{i + z}{i}$$

$$p_1 v_1^{\tau} = p_2 v_2^{\tau}$$

$$Q_n = \begin{cases} Q_{11} > 0 \\ Q_{23} < 0 \\ Q_{31} < 0 \end{cases} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} =$$

$$= \frac{c_{12} \cdot (T_2 - T_1) + c_{23} (T_3 - T_2) + c_{31} (T_1 - T_3)}{c_{12} (T_2 - T_1)}$$

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

$$= \frac{2R \cdot 3T_1 + 0,5R(2\sqrt{2}T_2 - 3T_1) + 2,5R(T_1 - 2T_2)}{2R \cdot 3T_1}$$

$$= \frac{2 \cdot 3 + 0,5(2\sqrt{2} - 3) + 2,5(1 - 2\sqrt{2})}{2 \cdot 3} =$$

$$= \frac{6 + \sqrt{2} - 1,5 + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6} = \frac{7 - 4\sqrt{2}}{6}$$

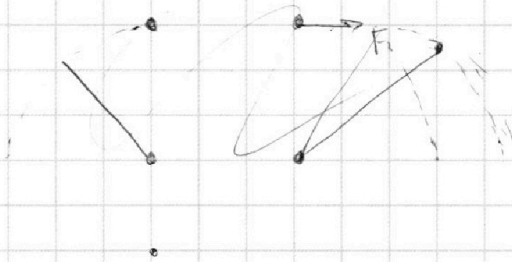
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

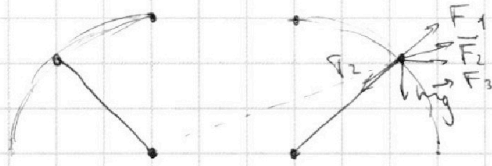
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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



$$\begin{array}{r} \times 2600 \\ \times 831 \\ \hline 4986 \end{array}$$



$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$