



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

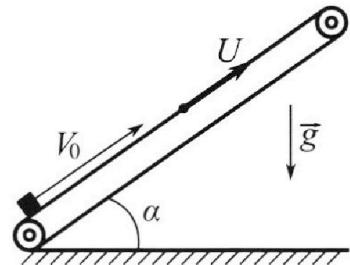


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

- 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  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



- За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь  $S = 1 \text{ м}$ ?

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

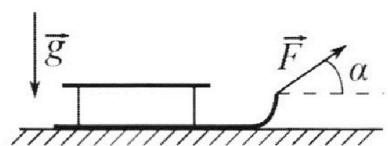
- На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?
- На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

- 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.
- Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
  - Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

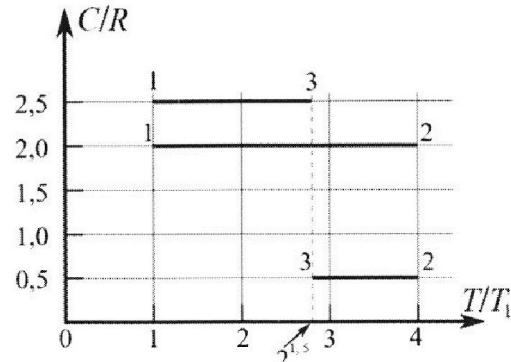


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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

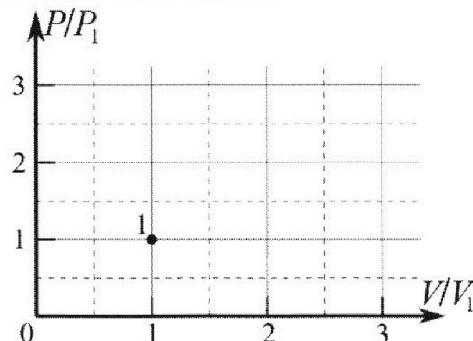
- ④ Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессы: 1-2,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

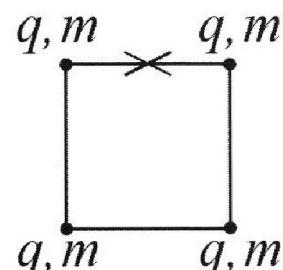
1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

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 вверху (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

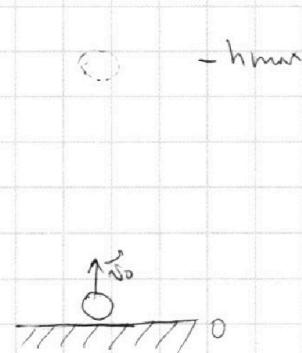
5

6

7

МФТИ.

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



N1

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$T_{\max}$$

$$1) y = y_0 + v_0 t \sin \theta_0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{2v_0 \sin \theta_0}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{g}$$

$$y_{\max} =$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} = v_0 t \sin \theta_0 - \frac{gt^2}{2} \quad | \cdot 2g$$

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

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

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

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

Otkrem:  $v_0 = 20 \text{ м/с}$

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

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

$$t = \frac{s}{v_0 \cos \theta}$$

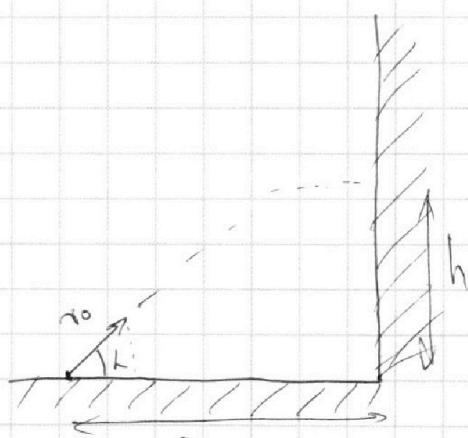
$$s = x = v_0 t \cos \theta = v_0 \cos \theta \cdot t$$

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

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

$$= \tan \theta \cdot s - \frac{g \cdot s^2 (1 + \tan^2 \theta)}{2v_0^2 \cdot \tan^2 \theta} =$$

$$= \frac{1}{\tan^2 \theta} ( \tan^3 \theta \cdot s - g s^2 + \frac{\tan^2 \theta \cdot g s^2}{2v_0^2} ) =$$





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!

$$= \frac{1}{\tan^2 \alpha} \left( \tan^3 \alpha \cdot s - \frac{\cancel{\alpha} g^2 k}{\cancel{\alpha} v_0^2} \tan^2 \alpha - \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{gs^2}{\cancel{\alpha} v_0^2} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

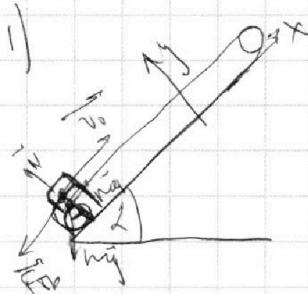
решение которой представлено на странице:



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



N 2

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с} = v_{0y}$$

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

No 2 z. Констант.

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

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

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

$$x_1 = v_0 + at_0$$

$$v_0 = at_0$$

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

$$4 = 4t_0 + \frac{1}{2}at^2$$

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

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

Одн. этого не проходит.

$$x = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,4 \cdot 0,02}{2} =$$

$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

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

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

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

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

где  $\beta$  - угол наклона

у. Начало  $\Rightarrow F_{0x} = m g \sin \alpha$

$$x: am = -m g \sin \alpha - m F_{0x}$$

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

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

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

$$= -10 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2as} = s$$

$$v_{0y}^2 - v_y^2 = -2as$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2as = 16 + 2 \cdot 10 \cdot (0,8 + \frac{1}{3}) =$$

$$( \sin \alpha + \mu \cos \alpha ) \cdot s = 16 + 20 \left( 0,8 + \frac{1}{3} \right) =$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

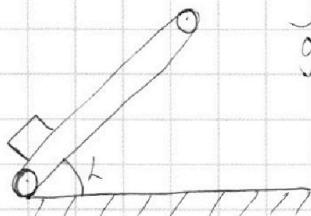


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ.

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

2)



$$v_0 = 5 \text{ м/с}$$

$$u = v_{01} = 2 \text{ м/с}$$

$$v_c = u + v_c$$

$$v_c = v_0 - u = 0 \text{ м/с}$$

$$v_c = v_0 + at$$

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

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 4 \cdot 0,4^2 = 0,64 \text{ м}$$

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

$$L = x + ut = 0,8 + 0,2 \cdot 0,4 = 0,88 \text{ м}$$

$$-4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 4,08 - 0,08 = 4,0 \text{ м}$$
$$3 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ м}$$

3)  $v_2 = u + v_c$

$$v_c = v_0 + at$$

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

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

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

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

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

2) ~~расстояние~~  $L = 1,6 \text{ м}$

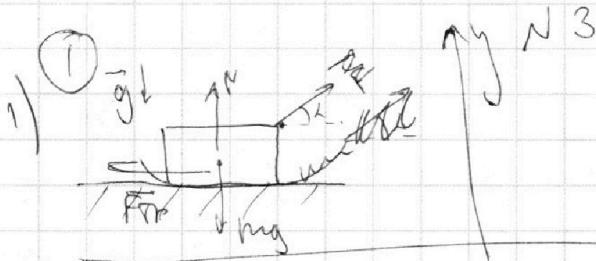
3) ~~расстояние~~  $H = 1,44 \text{ м}$



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



y: ~~Массы~~.

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

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

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

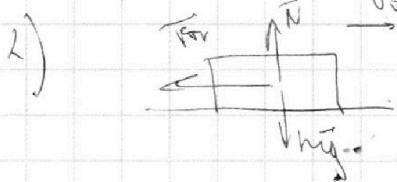
$$F \cdot \cos \alpha - \mu (mg - F \cdot \sin \alpha) = F - \mu mg$$

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

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

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

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



$$F_{\text{нр}} = \mu mg$$

$$am = F_{\text{нр}}$$

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

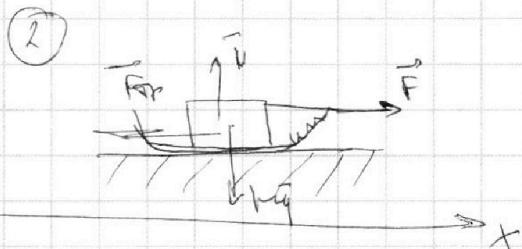
$$\omega_1^0 = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega_2^0 = \omega_0 + \alpha t \quad \omega_0 = \alpha t \Rightarrow T = \frac{\omega_0}{\alpha} = \frac{\omega_0}{\mu g} =$$

$$\frac{\omega_0 \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

$$2) T = \frac{\omega_0 \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$



y:  $N = mg \Rightarrow F_{\text{нр}} = \mu mg$

$$x: am = F - \mu mg$$

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

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

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

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

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

$$F_{\text{нр}} = \mu mg$$

$$am = F_{\text{нр}}$$

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

$$\omega_1^0 = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega_2^0 = \omega_0 + \alpha t \quad \omega_0 = \alpha t \Rightarrow T = \frac{\omega_0}{\alpha} = \frac{\omega_0}{\mu g} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

NM

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

$$i = 3$$

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

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

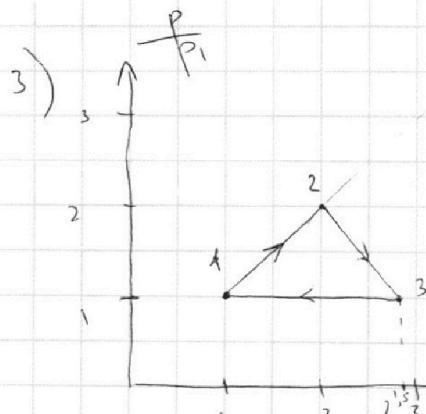
$$A_{12} = 1,5 \nabla R T_1 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 1000 \boxed{4986 \text{ Дж}}$$

$$2) \eta^2 = \frac{Q_{12} - Q_1}{Q_1} = \frac{C_{12}(T_2 - T_1) + C_{13}(T_3 - T_2) + C_{31}(T_1 - T_3)}{C_{12}(T_2 - T_1)} =$$

$$= \frac{2R(4T_1 - T_1) + 0,5R(2T_2 - 4T_1) + 2,5R(T_1 - 2T_1)}{2R(4T_1 - T_1)} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3 + 0,5(2T_2 - 4) + 2,5(1 - 2T_1)}{6} = \frac{6 - 2 + \sqrt{2} + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6} =$$

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



$$1-3-\text{изобары} \Rightarrow p_1 = p_3$$

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

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

$$0 = p_1 V_2 - p_2 V_1$$

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

$$p_2 = \frac{p_1}{V_1} \cdot V_2 = \frac{\nabla R T_1}{V_1 \cdot 2} \cdot V_2$$

последний  
значение

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

$$\frac{A_{2-3} + Q}{V_0 T_1} = C_{23}$$

$$0,5P_1 \cancel{R} \cancel{T_1} \cdot 7 (2\cancel{\Delta T_1} - 4\cancel{T_1}) = A_{2-3} + \frac{i}{2} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_2} \cancel{\Delta T_1} - \cancel{m_1}$$

$$0,5P_1 \cancel{R} (2\cancel{\Delta T_1} - 4\cancel{T_1}) - 1,5 \cancel{P} \cancel{R} (2\cancel{\Delta T_1} - 4\cancel{T_1}) = A_{1-2}$$

$$- \cancel{P} \cancel{R} (2\cancel{\Delta T_1} - 4\cancel{T_1}) = A_{2-3}$$

~~$$- \cancel{P} \cancel{R} (4 - 2\cancel{\Delta T_2}) = A_{2-3}$$~~

$$\cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} (4 - 2\cancel{\Delta T_2}) = (P_2 + P_3) (V_3 - V_2)$$

$$2\cancel{P} \cancel{R} (4 - 2\cancel{\Delta T_2}) = P_2 V_3 - P_2 V_2 + P_3 V_3 - P_3 V_2$$

$$8\cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} - 4\cancel{\Delta T_2} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} + 4\cancel{\Delta T_2} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} - 2\cancel{\Delta T_2} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} = P_2 V_3 - P_3 V_2$$

$$12 \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} - 6\cancel{\Delta T_2} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_1} = P_2 V_3 - P_3 V_2$$

$$P_2 V_2 = \frac{P_1 V_1}{V_1^2} = \cancel{P} \cancel{R} \cancel{T_2} = \frac{V_1}{4\cancel{\Delta T_1}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1} = \sqrt{4} = 2$$

изотермическое расширение ведет, что  
1-3-изобара  $\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_3} \Rightarrow V_3 = \frac{V_1 \cdot T_3}{T_1} = \frac{V_1 \cdot 2\cancel{\Delta T_1}}{T_1} = V_1 \cdot 2\cancel{\Delta T_1}$

$$\Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 2\cancel{\Delta T_1}$$

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:

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

МФТИ

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

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

$$i = 3$$

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

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

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 400 \\ \hline 3524,00 \end{array}$$

$$A_{12} = 1,5VR \cdot T_1 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 400 = \boxed{4986 \text{Дж}} \quad \begin{array}{r} 1 \ 1 \ 2 \\ \times 3 \ 3 \ 2 \ 4 \\ \hline 1 \ 6 \ 6 \ 2 \ 0 \end{array}$$

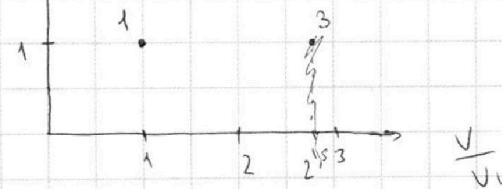
$$2) \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{C_{12}(T_2 - T_1) + C_{23}(T_3 - T_2) + C_{31}(T_1 - T_3)}{C_{12}(T_2 - T_1)} = \frac{3 \ 3 \ 2 \ 4}{4 \ 9 \ 8 \ 6 \ 0}$$

$$= \frac{2R(4T_1 - T_1) + 0,5R(-3T_1 + 2\sqrt{2}T_1) + 2,5R(T_1 - 2\sqrt{2}T_1)}{2R(4T_1 - T_1)}$$

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

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

$$3) \frac{P_1}{P_3}$$



$$1,5VR = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$P_1 = P_3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_3 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{V_1 \cdot 2\sqrt{2}T_1}{T_1} = 2\sqrt{2}V_1$$



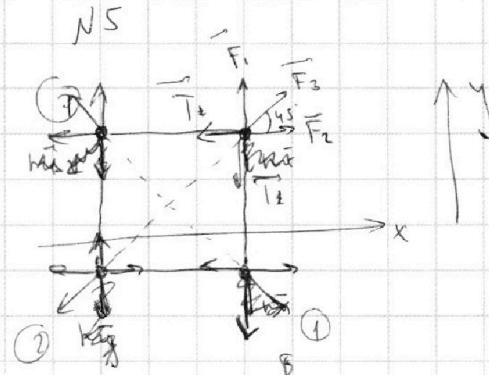
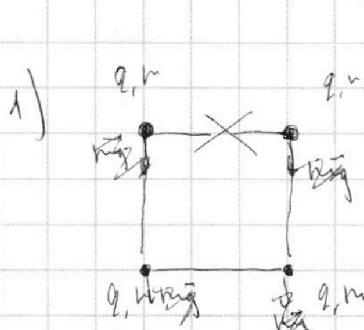
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



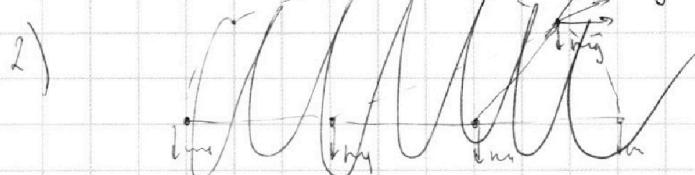
$$F_2 = F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_3 = \frac{k \cdot q^4}{(b \cdot \sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$\text{X: } T_1 = F_2 + F_3 \cdot \cos\alpha = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{b^2 \cdot 2}$$

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

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



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

$$2) v=0$$

$$3) d = b$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

$$(x-20)^2 = x^2 - 40x + 400$$

$$\sin^2 \alpha = \sin^2 2\alpha = \cancel{\cos^2} 2\alpha \cdot \sin^2$$

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

$$\frac{y}{\sqrt{2}\rho_1} = \lambda$$

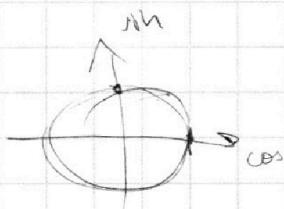
$$\cos^2 2\alpha = 1 - \sin^2 2\alpha = 1 - 4 \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha =$$

$$\frac{\lambda}{\sqrt{2}\rho_1} = \cancel{\cos^2} \alpha = 1 -$$

$$\cos^2 \alpha = \cancel{\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha} = 1 = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha =$$

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

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



tg $\alpha$

$$\frac{p_1 u_2 - p_2 u_1}{p_1 u_2 + p_2 u_1} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$p_1 u_2 = p_2 u_1$$

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

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

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

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

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

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

$$(p_1 + p_2)(u_2 - u_1) = \cancel{\cos^2 \alpha}$$

$$\cancel{(p_1 + p_2)(u_2 - u_1)} = \cancel{\cos^2 \alpha}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$tg^2 \cdot s - \frac{qS^2(1+tg^2)}{2R^2 \cdot tg^2} = tg^3 \cdot s -$$

$$\frac{1}{tg^2} \left( tg^3 \cdot s - q \frac{qS^2}{2R^2} (1+tg^2) \right)$$

$$C = \frac{V_0 R}{A + Q} = \frac{V_0}{A + Q}$$

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

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

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

$$j = \frac{i+2}{i}$$

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$$

$$Q_n = Q_{11} > 0 \quad n = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} =$$

$$Q_{23} < 0 \quad Q_{31} < 0 \quad = C_{12} \cdot (T_2 - T_1) + C_{23} (T_3 - T_2) + C_{31} (T_1 - T_3)$$

$$l^{\gamma} = \sqrt[3]{2^3} = 2\sqrt[3]{2}$$

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

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

$$= \frac{6 + \sqrt[3]{2} - 1,5 + 2,5 - 5\sqrt[3]{2}}{6} = \frac{7 - 4\sqrt[3]{2}}{6}$$



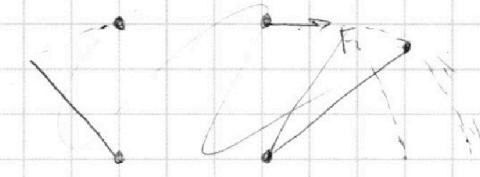
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$\times 2600$

$$\begin{array}{r} \times 381 \\ \times 1600 \\ \hline 4986 \end{array}$$



$$\frac{\Delta S_{AB}}{S_{AB}} = \frac{v_{Bx}}{v_{Ax}} = \frac{z^A}{z^B} = z^B z^A$$