



# 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.

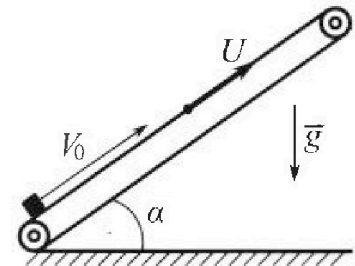
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

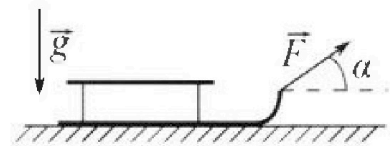
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

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.

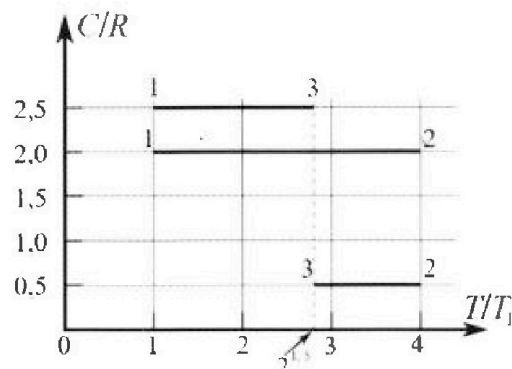
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



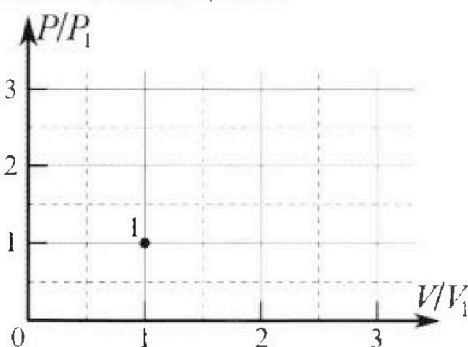
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 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  $A_2$  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.



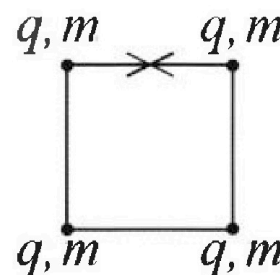
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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!

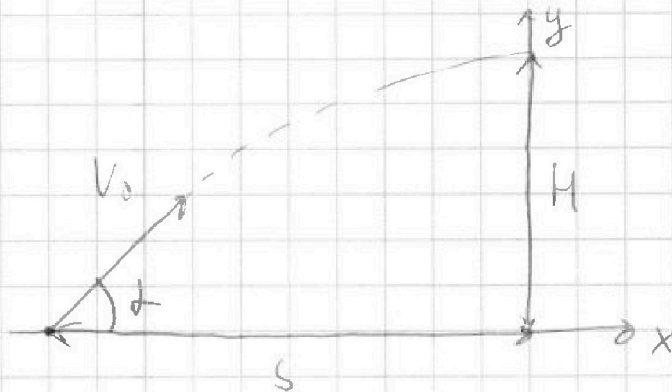


Дано:

$$T = 2c$$

$$S = 20m$$

$$g = 10m/c^2$$



$H_{max} - ?$

$v_0 - ?$

Решение:

$$1) \quad v_0 - gT = 0$$

$$T = \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = gT = 20m/c$$

2) Запишем уравнения движения на оси  
 $x$  и  $y$ :

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t = S \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

по основному тригонометрическому тождеству:

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

$$- \frac{g S^2}{2v_0^2}$$

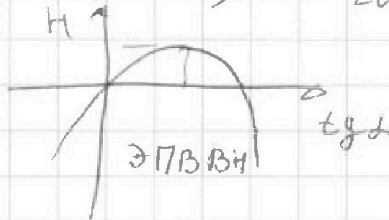
$$\operatorname{tg} \alpha^* = \frac{S \cdot \frac{1}{2} v_0^2}{g S^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g S}$$

$$H_{\max}^* = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2v_0^2} \left( \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + 1 \right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2v_0^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2v_0^2} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 20 \text{ м/с}$   
2)  $H_{\max}^* = 15 \text{ м}$





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

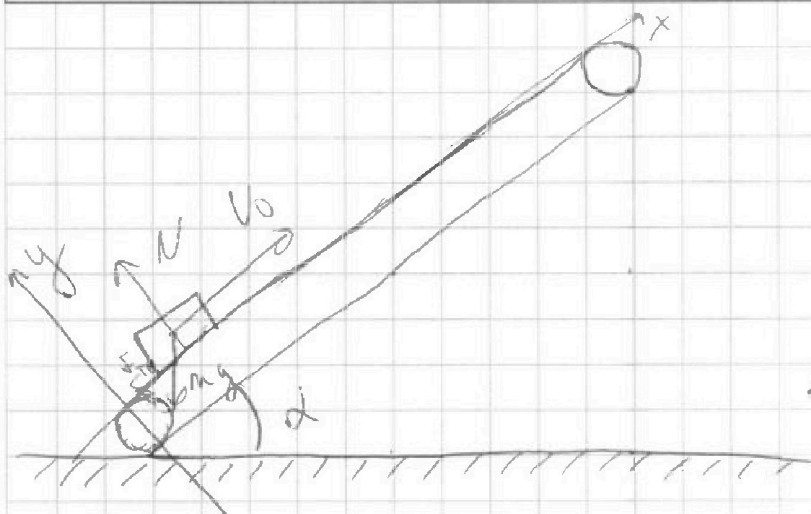
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

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



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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

Решение:

1) Возьмем ~~мат~~ II-ой закон Ньютона в проекциях

на оси  $x$  и  $y$ :

О.  $x$

$$-F_{\text{тр}} = -ma \quad -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = -ma$$

О.  $y$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha =$$
$$= mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

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

1)  $T - ?$

2)  $L - ?$

3)  $H - ?$

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 checked="" 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!

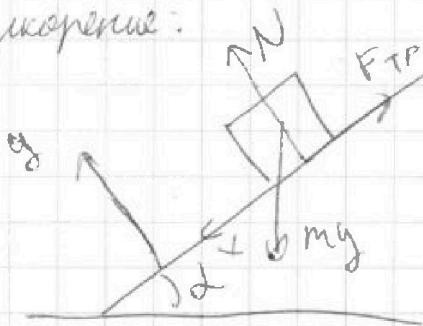
$$y(t) = V_0 t - \frac{a}{2} t^2$$

$$v_y(t) = V_0 - a t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{V_0}{a}$$

$$y = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,8 \text{ м} < S = 1 \text{ м} \Rightarrow$$

Трубка еще падает вниз. Посчитаем его новое ускорение:



o.y:

$$mg \sin \alpha - F_{\text{TP}} = m a_2$$

ox:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{TP}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_2$$

$$g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_2$$

$$y(t) = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$\frac{a_2 t^2}{2} = S - \frac{V_0^2}{2a}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S - \frac{V_0^2}{a}}{a_2}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$T = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} + \sqrt{\frac{2L - \frac{v_0^2}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \approx$$

$$\approx 0,65 \text{ c}$$

2) Пересекает в СО ленте.

В этой СО  $v_{\text{н}}^{\text{начальная}}$  скорость груза равна  $v_1 = v_0 - u$ . Чтобы в грузе в лабораторной СО была скорость  $u$  в СО ленты скорость будет  $0$ .

$$v_0 - u - g a t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{g a}$$

Пересекает обратно

$$L = \frac{(v_0 - u)^2}{2a} + \frac{u(v_0 - u)}{a} = 0,6 \text{ м}$$

3) Врета остановил в лабораторной СО ленте.

$$v_0 - g t_1 = 0 \quad v_0 - u - g t_2 = -u$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{g}$$

$$x_2 = \frac{v_0^2}{2g}$$



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!

$$u = a_2 t_3$$

$$t_3 = \frac{u}{a_2}$$

$$x_3 = \frac{u^2}{2a_2}$$

$$H = (x_2 - x_3 + \cancel{x_3}) \sin \alpha$$

$$x_2 = u \frac{v_0}{g} - \text{смол. шугушка}$$

летит

$$H = \left( \frac{v_0^2}{2g} + \frac{u v_0}{g} - \frac{u^2}{2a_2} \right) \sin \alpha =$$

$$= \left( \frac{8^2}{5} + \frac{1}{3} \right) \frac{4}{5} = \frac{19 \cdot 4}{15 \cdot 5} = \boxed{\frac{76}{75} \text{ м}}$$

Ответ: 1)  $T = 0,65 \text{ с}$

2)  $L = 0,6 \text{ м}$

3)  $H = \frac{76}{75} \text{ м}$



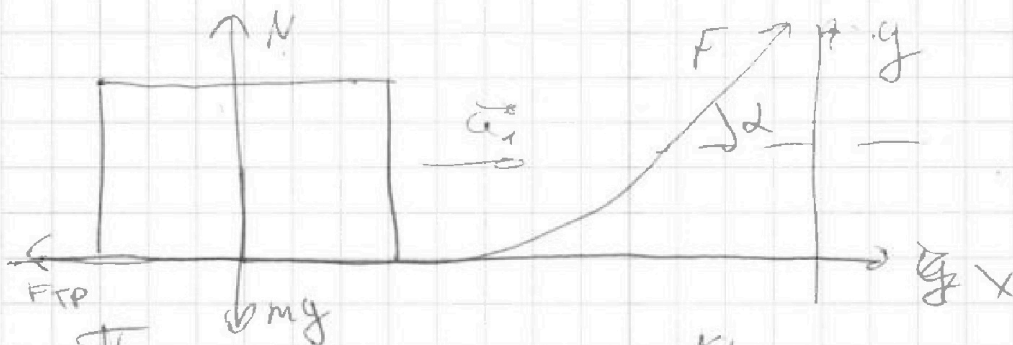
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



Пусть масса санок  $m$ .

Запишем  $\Sigma$ -ый закон Ньютона в проекции

на ось  $y$  и  $x$ :

О.  $y$

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

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

О.  $x$

$$m a_1 = F \cos \alpha - F_{TP}$$

$$F_{TP} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$m a_1 = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu m g$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu m g}{m}$$

Теперь аналогично запишем проекции  
на ось  $x$  силы горизонтальной силы.

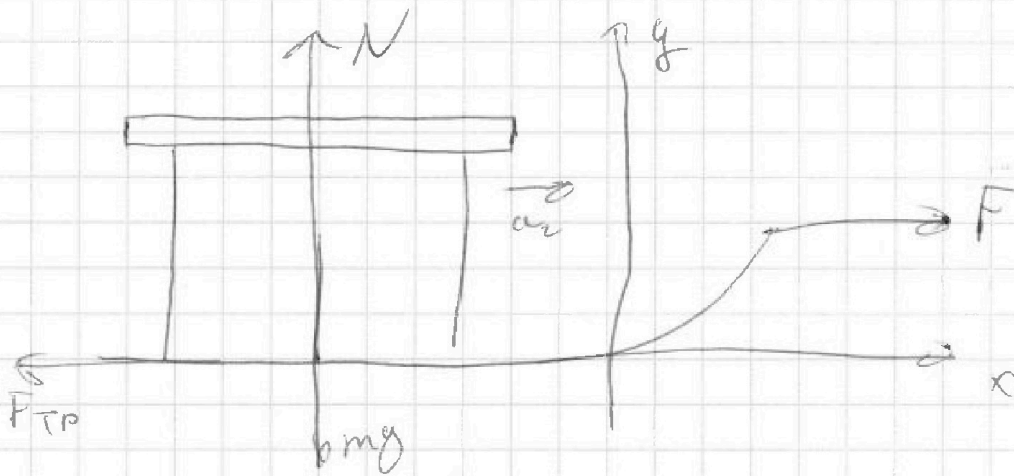
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



O. y:

$$N = mg$$

O. x:

$$ma = F - F_{\text{тр}}$$

$$ma_2 = F - \mu N = F - \mu mg$$

$$a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

В условии сказано, что в обоих случаях  
санки разгоняются за одинаковое время.

Запишем это:

$$T_2 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{mv_0}{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}$$

$$T_2 = \frac{v_0}{a_2}$$

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{a_2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

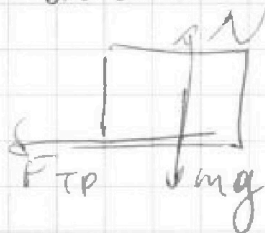
$$\frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{\mu} = \frac{F - \mu mg}{\mu}$$

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

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

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

2) Теперь запишем условие остановки  
Рассчитаем ускорение тормозное



$$N = mg$$

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

$$ma = F_{TP}$$

$$a = \mu g$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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) Из графика  $Q_{12} = 2R \Delta T_{12}$

Запишем 1-ое начало термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad \Delta T_{12} = 3T_1 \text{ (из графика)}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \quad \nu = 1$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 2R \Delta T_{12} - \frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \\ = 0,5 R \Delta T_{12} = 1,5 \nu R T_1 \approx 5 \text{ кДж}$$

$$2) \eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q_{\text{подв}}^{\text{в}}} = \frac{Q_{\text{подв}}^{\text{в}} - Q_{\text{подв}}^{\text{от}}}{Q_{\text{подв}}^{\text{в}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{подв}}^{\text{от}}|}{Q_{\text{подв}}^{\text{в}}}$$

Запишем уравнение состояния  $PV^\gamma = \text{const}$ ,

$$\text{где } \gamma = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$PV^{\frac{c - c_p}{c - c_v}} = \text{const}$$

Тогда найдем, как выглядят  $P$ - $V$  зависимости в каждом процессе.

Процесс 1-3:

$$PV^{\frac{2,5R - 2,5R}{2,5R - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow P = \text{const}$$

Процесс 1-2:

$$PV^{\frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \text{ т.е.}$$

идет прямая пропорциональность.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

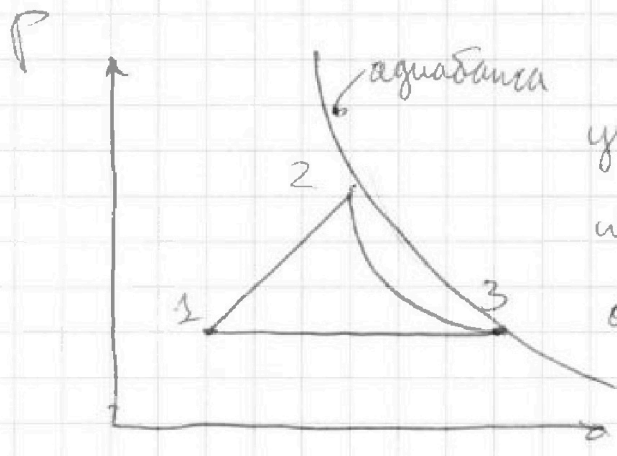
МФТИ

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

Процесс 2-3:

$$pV \frac{0,5R - 2,5R}{0,5R - 1,5R} = \text{const}$$

$pV^{-2} = \text{const}$  т.е. квадратичная  
изобары.



Понятно, что на  
участке 1-2 тепло подводится  
на, а на участке 3-1  
отводится, теперь  
проведем адиабату,  
она не касается

участка 2-3, но температура там  
падает  $\Rightarrow Q_{23} \rightarrow$  отводится

$$Q_{\text{привед}} = Q_{12} = 2R \nu \Delta T_{12} = 6R \nu T_1$$

$$Q_{\text{отвед}} = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R \nu (4 - 2\sqrt{2}) T_1 +$$

$$+ 2,5R \nu T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отвед}}}{Q_{\text{привед}}} = 1 - \frac{0,5R \nu T_1 (4 - 2\sqrt{2} + 10\sqrt{2} - 5)}{6R \nu T_1}$$

$$= 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 0,15 = 15\%$$

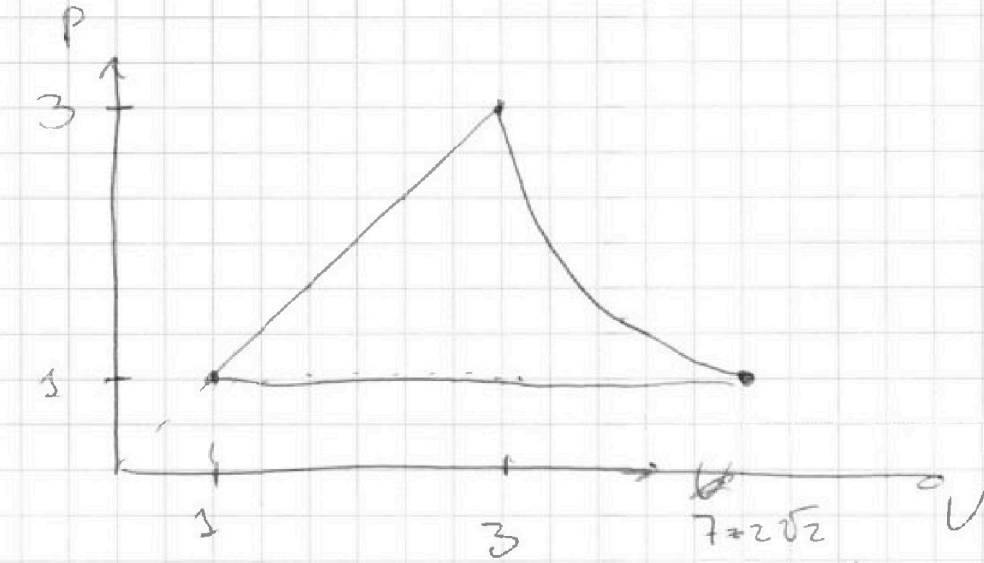
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



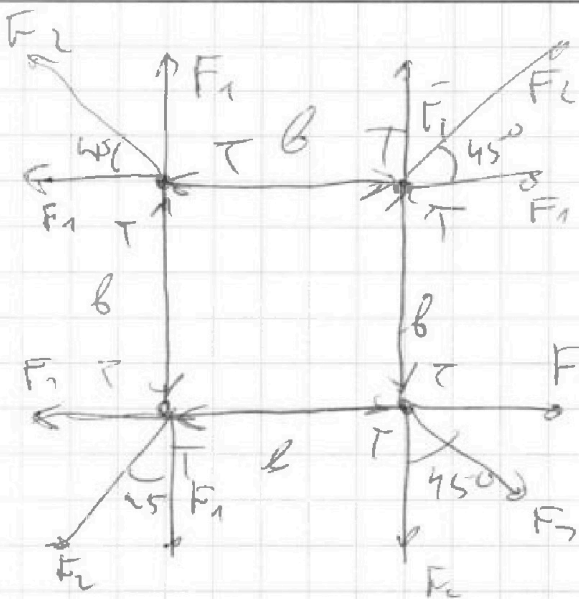
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Из-за симметрии  
квадрата все силы  
попарно равны:

Запишем уравнение  
равновесия на  
один из шаров:

$$F_1 + F_2 \sin 45^\circ = T$$
$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$
$$F_2 = \frac{kq^2}{2b^2}$$

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

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

2) Так как заряды одноименные, то  
они всё время отталкиваются, а значит  
нитки всегда натянут  $\Rightarrow$  можно полагать,  
что проекции скоростей шариков вдоль  
нитки равны

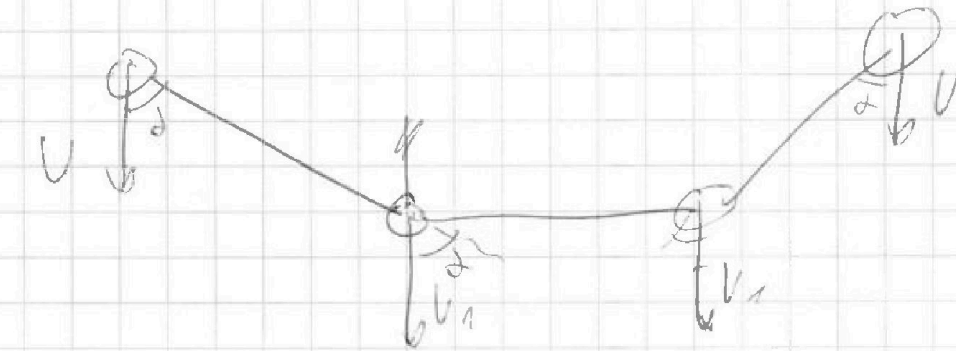
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 checked="" 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!



Также очевидно, что скорости нижних шаров  
вертикальны т.к. если это не так, то  
их скорости должны быть направлены друг на  
друга, но нитка натянута  $\Rightarrow$



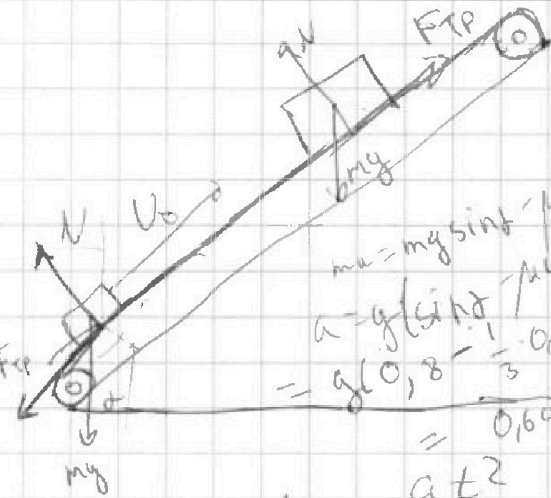
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$= g(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 0,6g$$

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

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

$$g(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8)$$

$$v_0 \frac{v_0 - u}{g} - g \frac{(v_0 - u)^2}{2}$$

$$\frac{v_0(v_0 - u)}{g}$$

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

$$-\frac{a}{2} t^2 + v_0 t - L = 0$$

$$D = v_0^2 - 2aL$$

$$t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{-a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a}$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a}$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a}$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a}$$

$$v_0 - u - gt = -u$$

$$t = \frac{v_0 - u}{g}$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0 u}{g} + \frac{u^2}{2g}$$

$$0,2m = 0,2m - \frac{v_0 u}{g} + 0,2m$$

$$-0,6g t_3$$

$$0,6g t_3 = u$$

$$t_3 = \frac{u}{0,6g}$$

$$0,6g t_3 = u$$

$$t_3 = \frac{u}{0,6g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

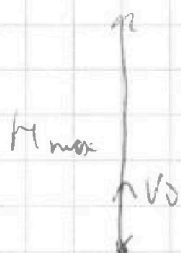
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

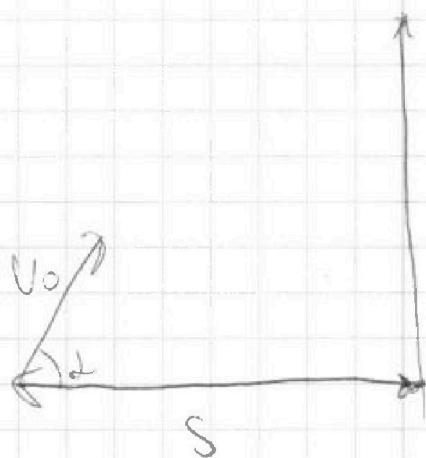


$$T = 2t$$

$$v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

$$v_0 T - \frac{gT^2}{2} = H$$



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

y:

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

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

$$S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (t \tan^2 \alpha + 1) = H$$

$$S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} t \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 v_0^2} = H \quad \xrightarrow{\text{масштаб } t \tan \alpha}$$

$$t \tan \alpha = \frac{S v_0^2}{g S^2} = \frac{v_0^2}{S g} = \frac{g^2 T^2}{S g} = \frac{g T^2}{S} =$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{20 \text{ м}} = 2$$

$t \tan \alpha$

$$H^* = S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} t \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 v_0^2} =$$

$$= 20 \text{ м} \cdot 2 - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 400 \text{ м}^2}{2 \cdot 400 \text{ м}^2/\text{с}^2} \cdot 4 + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 400 \text{ м}^2}{2 \cdot 400 \text{ м}^2/\text{с}^2} =$$

$$= 40 \text{ м} - 20 \text{ м} + 5 \text{ м} = \boxed{25 \text{ м}}$$

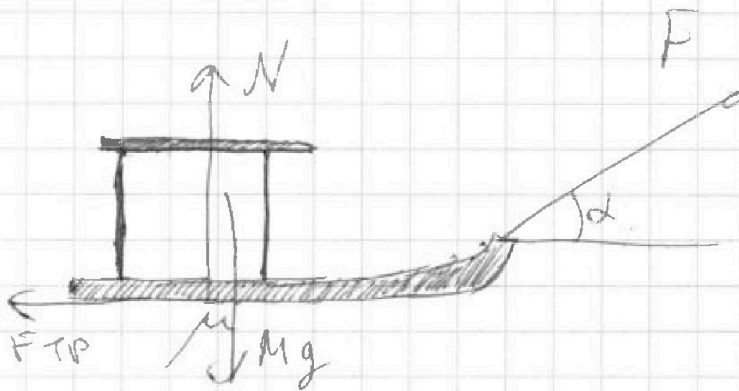
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$① \quad N = F \sin \alpha - Mg$$

$$F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha - Mg) = Ma$$

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}{M}$$

$$v_0 = aT$$

$$Mv_0$$



$$T = \frac{Mv_0}{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}$$

$$v_0 - \mu gT = 0$$

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

$$② \quad N = Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu Mg$$

$$F - \mu Mg = Ma$$

$$a = \frac{F - \mu Mg}{M} = \frac{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}{M}$$

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

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

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



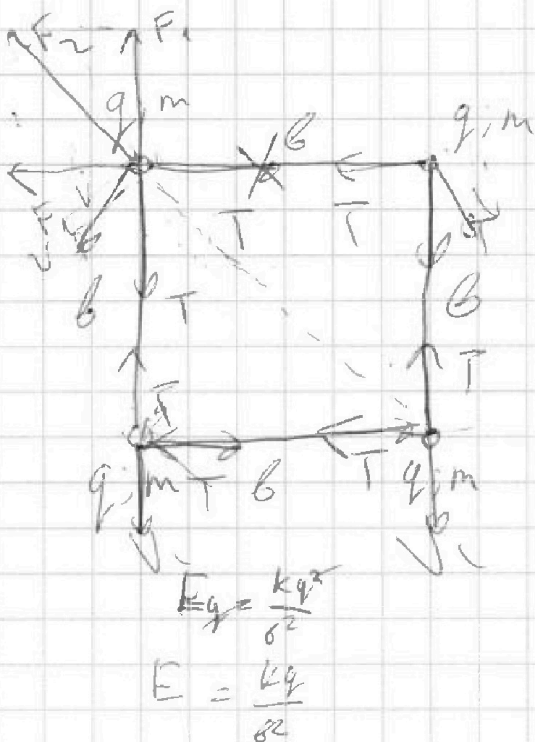
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

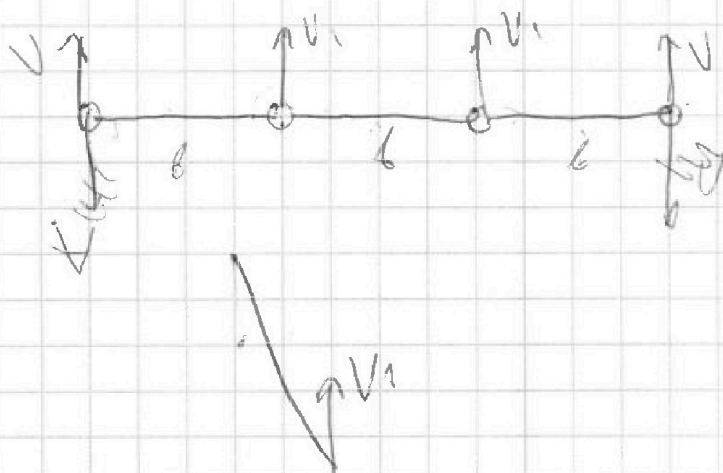
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

$$F_2 \cos 45^\circ + F_1 = T$$
$$\frac{kq^2 \sqrt{2}}{4b^2} + \frac{kq^2}{b^2} = T$$
$$\frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = T$$





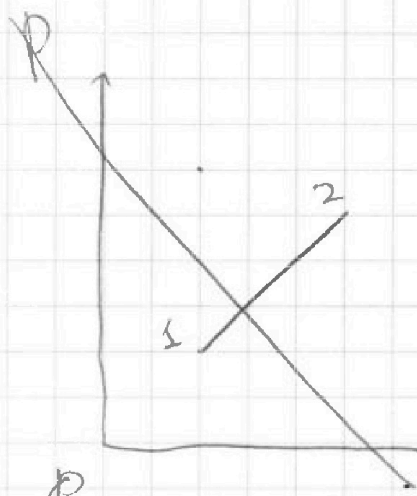
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

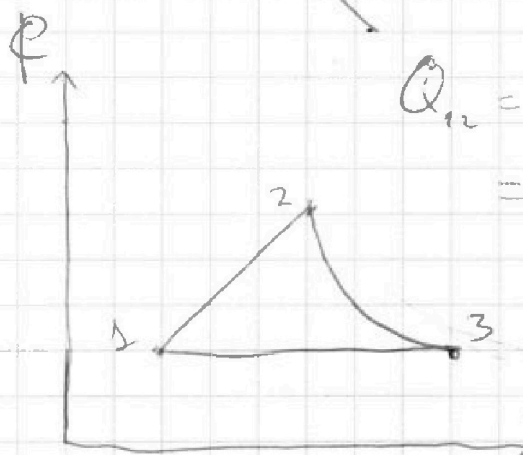


~~$$2^{\frac{3}{2}} = \frac{(2\sqrt{2})^{\frac{3}{2}}}{2}$$

$$\approx \frac{(1,4)^{\frac{3}{2}}}{2} \approx \frac{2,2}{2}$$~~

$$PV^2 = \text{const} \quad PV = PV^{\frac{5}{2} - \frac{1}{2}} = PV^2 = \text{const}$$

$$P = \frac{\text{const}}{V^2} \quad PV^{-1} = PV^{\frac{3}{2} - \frac{1}{2}} = \text{const}$$



$$Q_{12} = C_{12} V \Delta T_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12}$$

$$A_{12} = (C_{12} - \frac{3}{2} R) \nu \Delta T =$$

$$= C_{12} - \frac{R}{2} \nu \Delta T =$$

$$\nu = \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$= 600 \cdot 8,31 =$$

$$= 831 \cdot 6 = 4986 \text{ Дж}$$

$$\frac{831}{2} =$$

$$4986$$

$$Q_{\text{подвез}} = \cancel{Q_{13}} + Q_{12} = 2R \nu \Delta T_{12}$$

$$A_{\text{цикла}} = Q_{\text{подвез}} - Q_{\text{отвез}} =$$

$$= Q_{12} - (Q_{23} + Q_{31}) =$$

$$= 2R \nu \Delta T_1 - (0,5R \nu (4 - 2\sqrt{2}) T_2 + 2,5R \nu (2\sqrt{2} - 1) T_1)$$

$$0,5R \nu T_1 (4 - 2\sqrt{2} + 10\sqrt{2} - 5) = 0,5R \nu T_1 (8\sqrt{2} - 1)$$

$$\frac{0,5R \nu T_1 (13 - 8\sqrt{2})}{2R \nu \Delta T_1} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} = \frac{1,8}{12} = 15\%$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

