



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

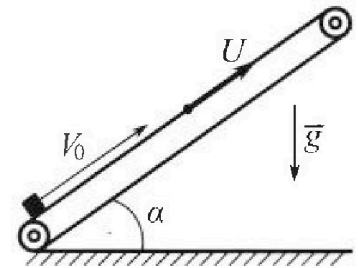
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
- 1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

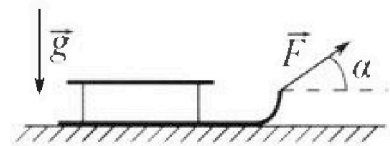
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?
- 3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

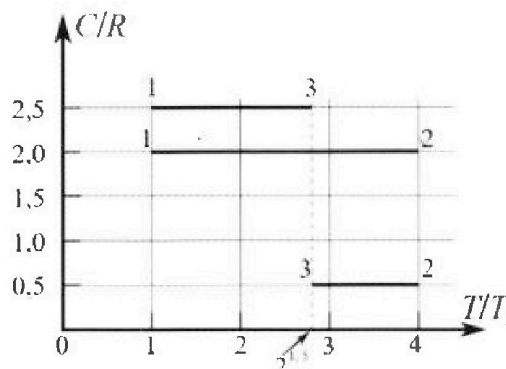
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



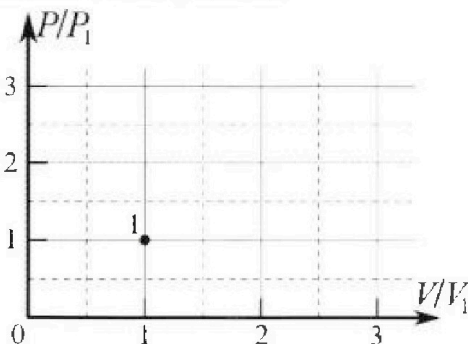
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_2 газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



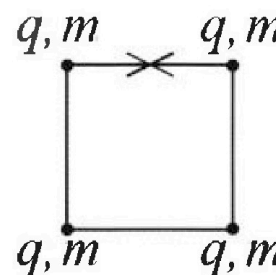
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

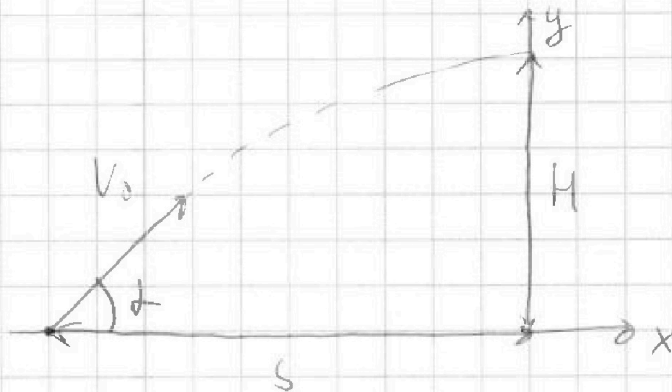


Дано:

$$T = 2c$$

$$S = 20m$$

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



$H_{max} - ?$

$v_0 - ?$

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

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.

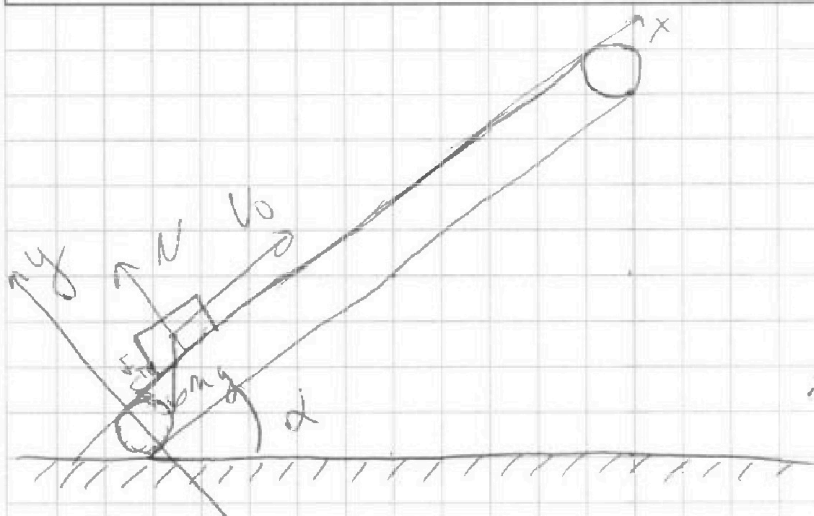
Отметьте крестиком номер задачи.

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) $T - ?$

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

2) $L - ?$

3) $H - ?$

на оси x и y :

О. x

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

О. y

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$= mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

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

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!

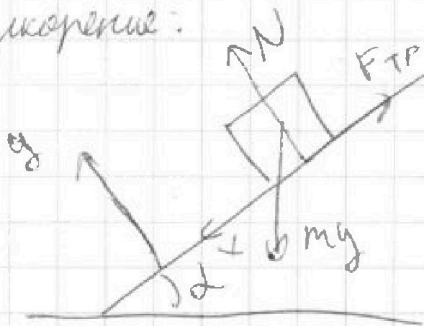
$$y(t) = V_0 t - \frac{a}{2} t^2$$

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

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

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

Трубка еще падает вниз. Посчитаем его новое ускорение:



o.y:

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

ox:

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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 $v_{\text{н}} = v_0 - u$ 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.

~~$$v_0 - g t_1 = 0$$
$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$~~

$$v_0 - u - g t_2 = -u$$

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

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

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!



$$u = a_2 t_3$$

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

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

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

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

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) $H = \frac{76}{75} \text{ м}$

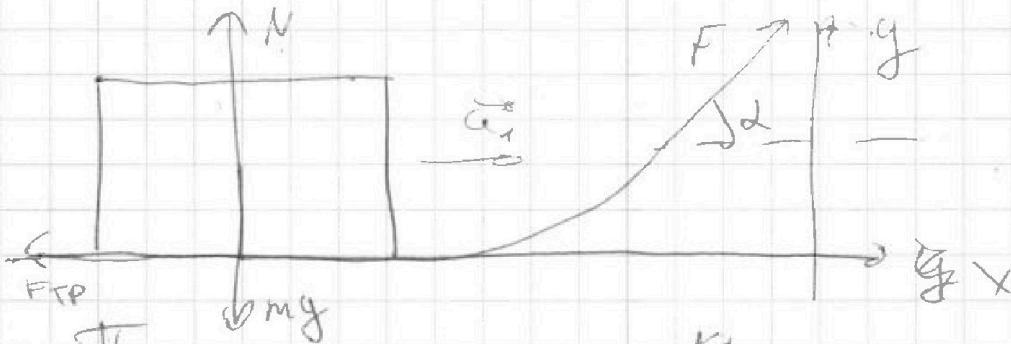
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 Σ -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

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

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

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

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

Теперь аналогично запишем проекции
на ось x силы горизонтальной силы.

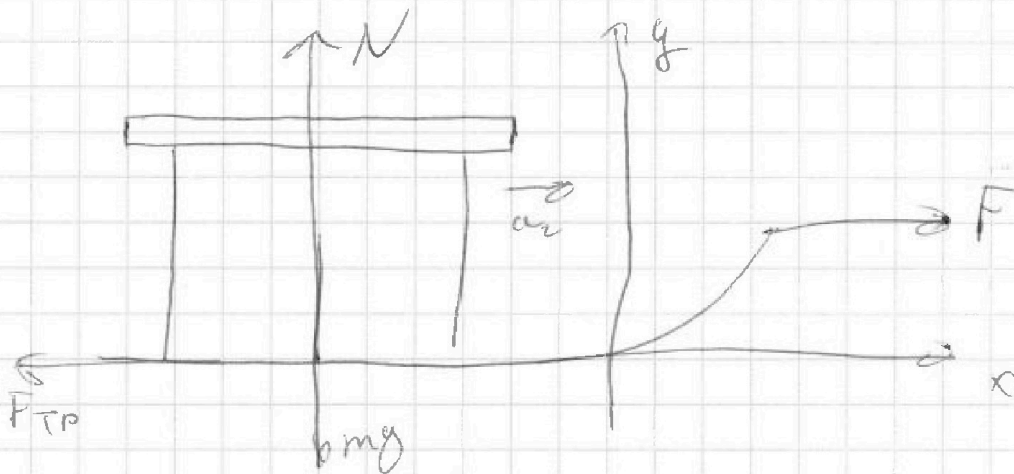
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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!

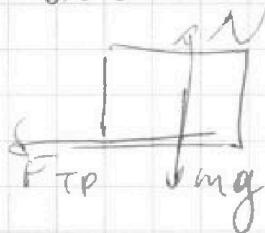
$$\frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{\cancel{\mu}} = \frac{F - \mu mg}{\cancel{\mu}}$$

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

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

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

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 $PV^\gamma = \text{const}$,
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 диаграммы 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

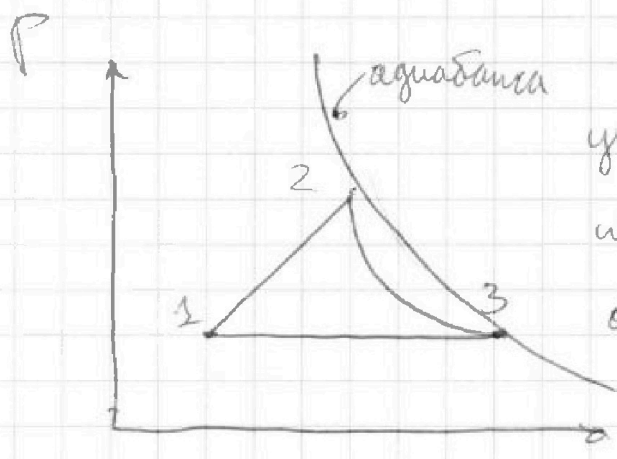
МФТИ

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
гипербола.



Покажем, что на
участке 1-2 тепло поступает
на, а на участке 3-1
отводится, теперь
проведем гиперболу,
она не касается

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

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

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

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

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

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

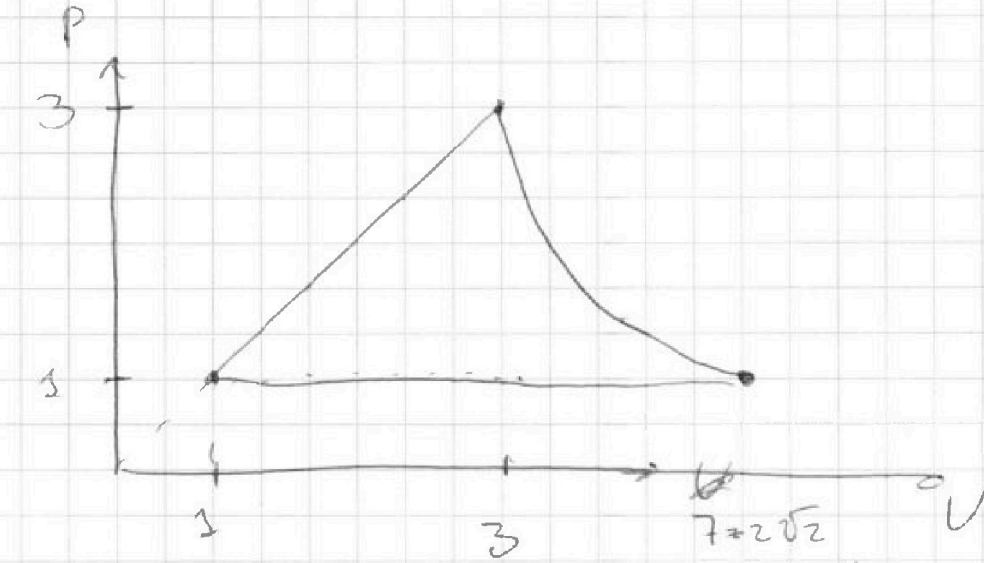
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



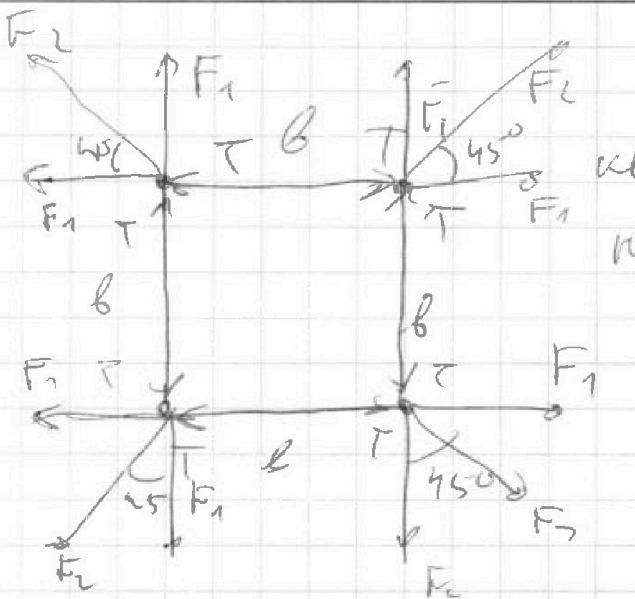
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

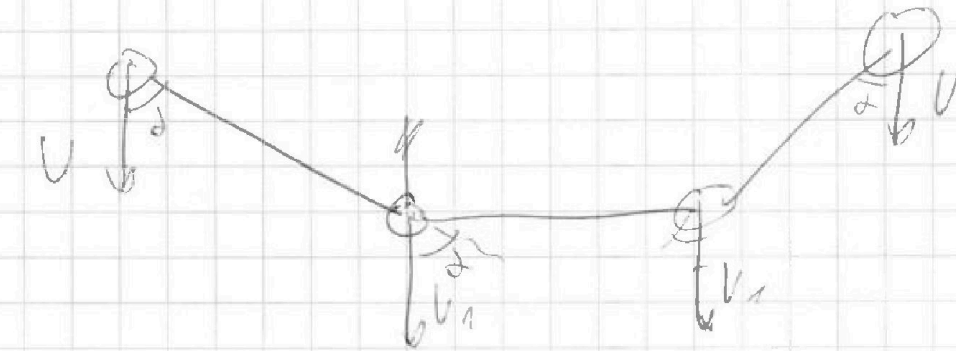
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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
вертикальна т.к. если это не так, то
их скорости должны быть направлены друг на
друга, но нитка натянута \Rightarrow

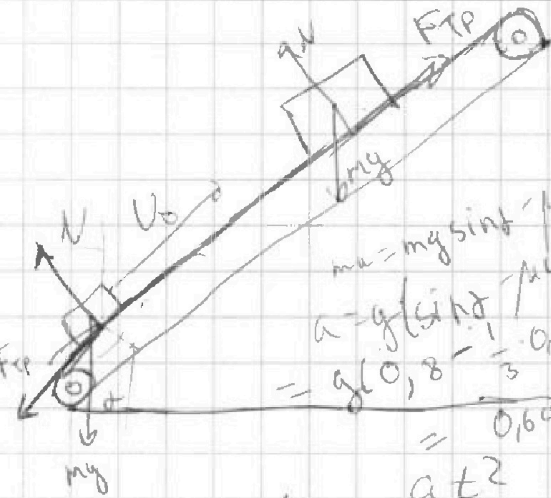
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 0,6g$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{-a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aL}}{a} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot 0,6g \cdot 1}}{0,6g}$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot 0,6 \cdot 10}}{0,6 \cdot 10} = \frac{4 + \sqrt{16 - 12}}{6} = 0,6 \text{ s}$$

$$v_0 - u - gt_2 = -u$$

$$v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0$$

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

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

$$0,2m$$

$$L = 0,2m$$

$$\frac{0,6g t_1^2}{2} = L$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2L}{0,6g}} = 0,25$$

$$T = 0,65 \text{ s}$$

$$-\frac{0,6g t_3^2}{2}$$

$$\frac{0,6g u^2}{2 \cdot 0,6^2 g^2} = \frac{u^2}{1,2g}$$

$$0,6g t_3 = u$$

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

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

$$\frac{3g}{5} \cdot \frac{15}{5} = \frac{4 \cdot 1}{15 \cdot 5} = \frac{16}{75}$$

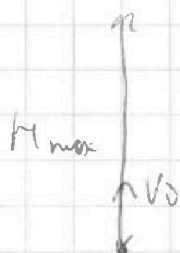
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

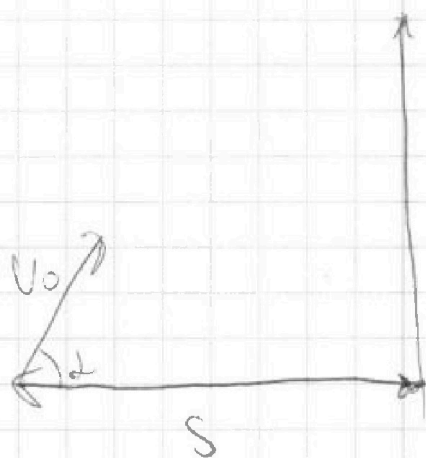


$$T = 2t$$

$$v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

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



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

y:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

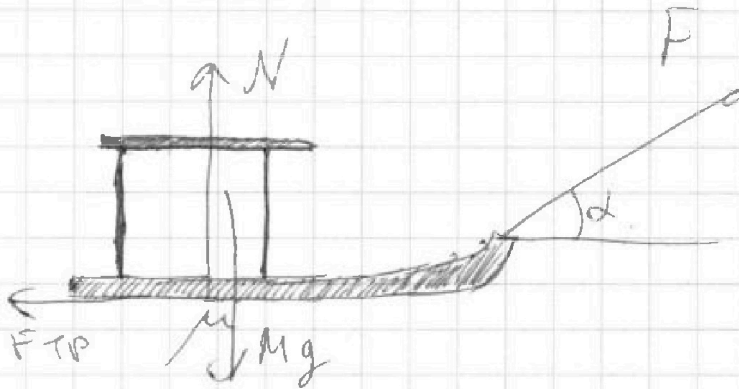
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



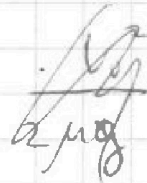
$$\textcircled{1} \quad N = F \sin \alpha - Mg$$

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

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

$$v_0 = aT$$

$$Mv_0$$



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

$$v_0 - \mu gT = 0$$

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

$$\textcircled{2} \quad N = Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu Mg$$

$$F - \mu Mg = Ma$$

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

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

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

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

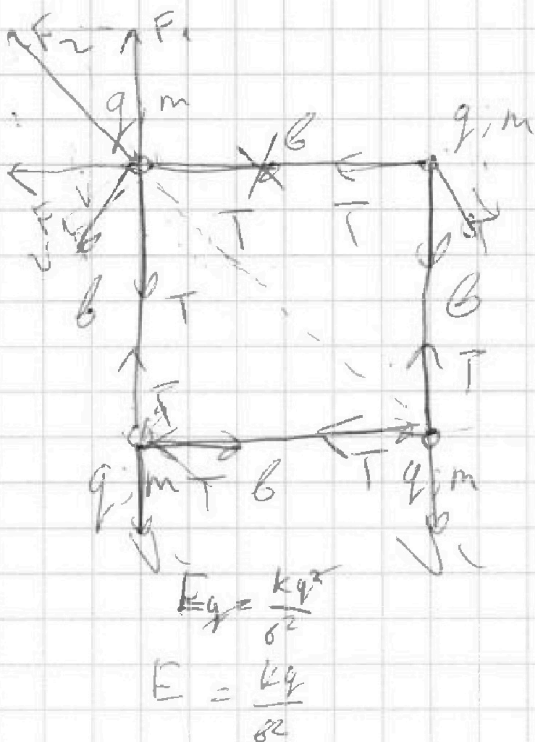
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

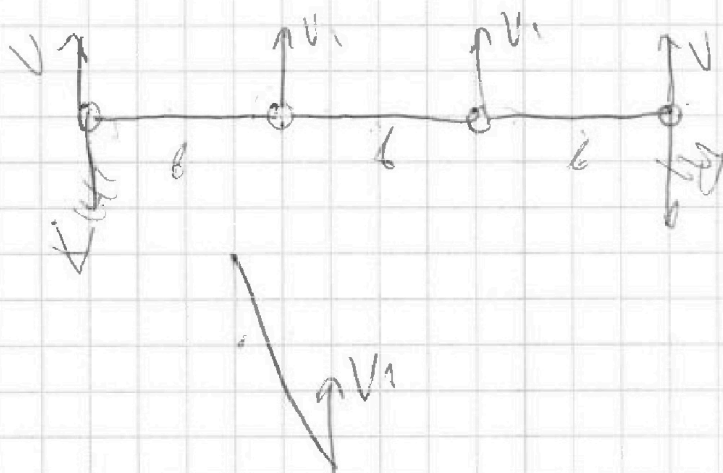
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

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



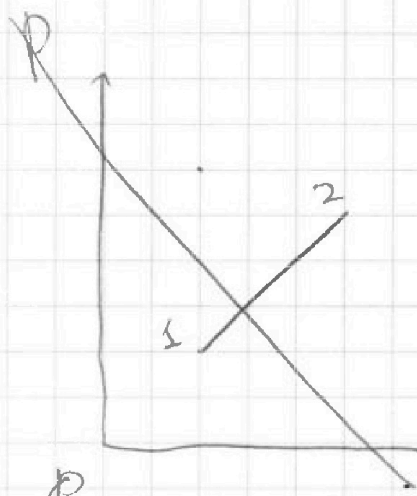
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

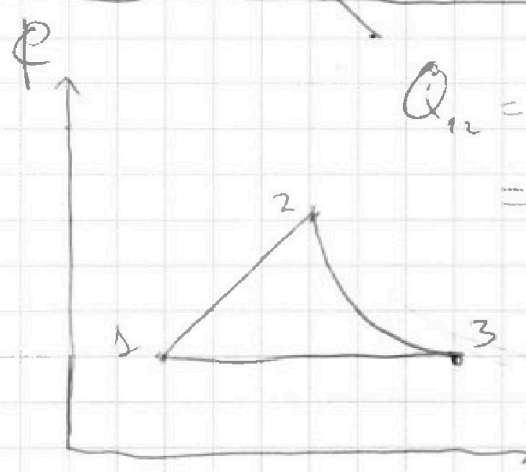


~~$$2^{\frac{3}{2}} = \frac{(2\sqrt{2})^{\frac{3}{2}}}{2}$$

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$= 831 \cdot 6 = 4986 \text{ Дж}$$

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

$$4986$$

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

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

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

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

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

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

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!

