



# 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.

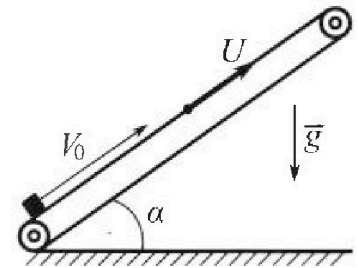
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

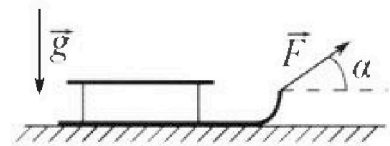
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

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.

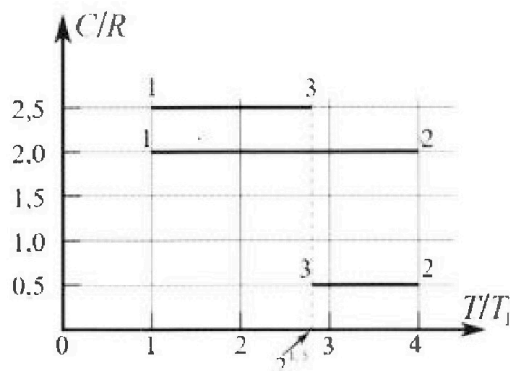
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



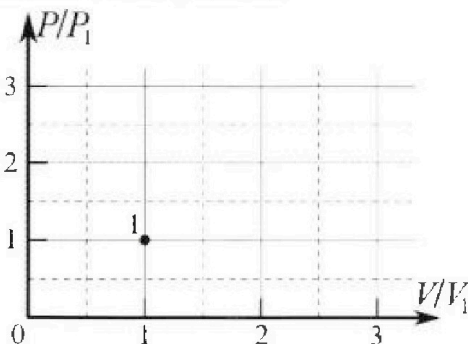
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



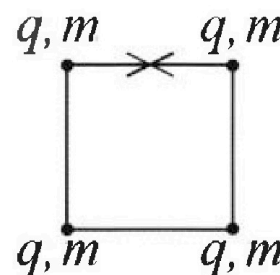
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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!

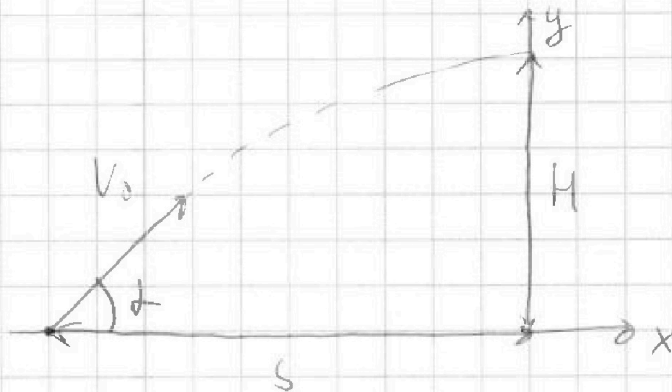


Дано:

$$T = 2c$$

$$S = 20m$$

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



$H_{max} - ?$

$v_0 - ?$

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

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.

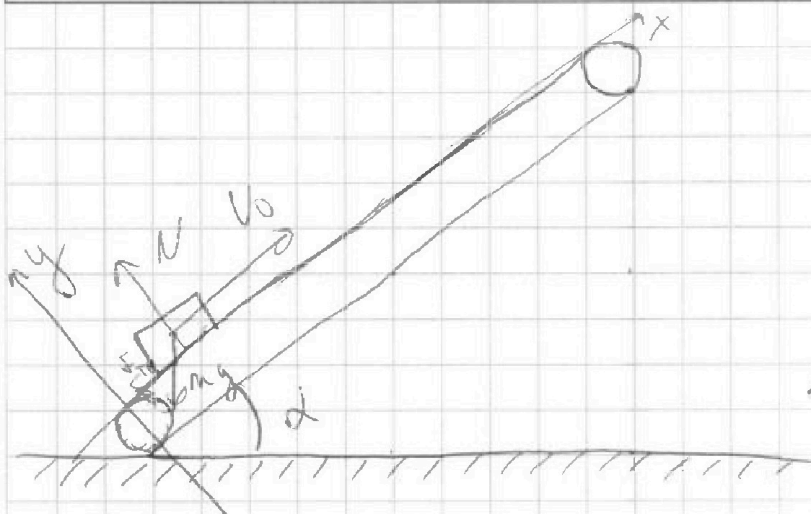
Отметьте крестиком номер задачи.

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 проекции

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!

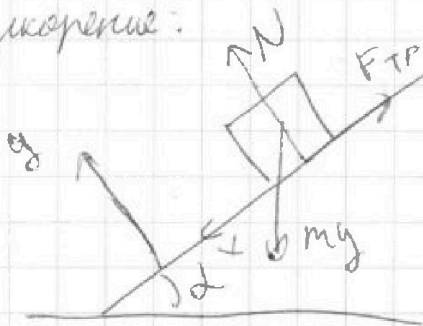
$$y(t) = V_0 t - \frac{a}{2} t^2$$

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

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

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

Трубка еще падает вниз. Посчитаем его новое ускорение:



o.y:

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

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!

$$u = a_2 t_3$$

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

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

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

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

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)  $H = \frac{76}{75} \text{ м}$



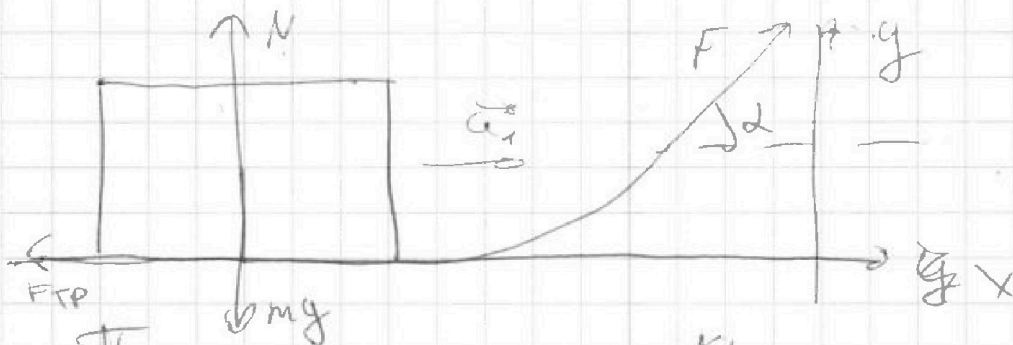
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 II-ой закон Ньютона в проекции

на ось  $y$  и  $x$ :

O.  $y$

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

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

O.  $x$

$$ma_1 = F \cos \alpha - F_{TP}$$

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

$$ma_1 = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg$$

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

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

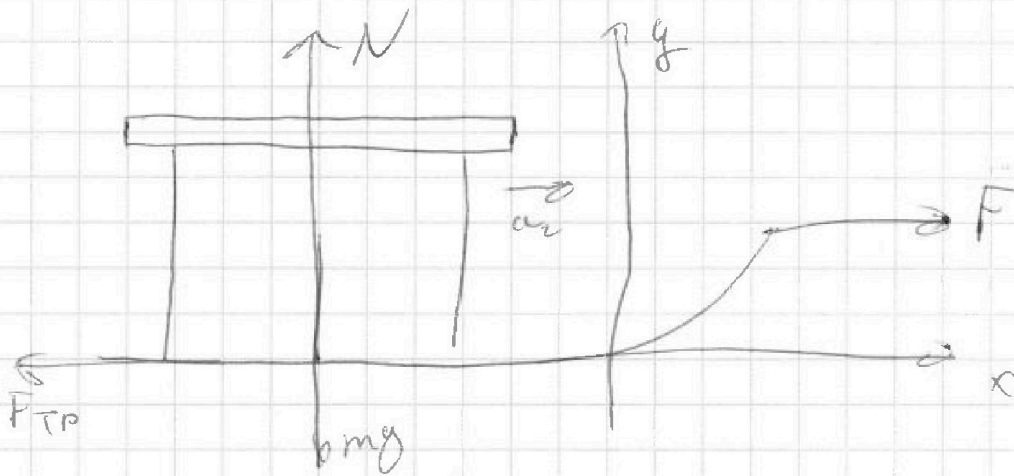
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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:

$$T_2 = \frac{v_0}{a_2} = \frac{mv_0}{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}$$

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

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

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!

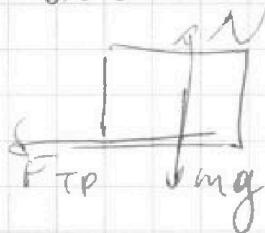
$$\frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{\mu} = \frac{F - \mu mg}{\mu}$$

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

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

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

2) Теперь запишем условие остановки  
Рассчитаем ускорение тормозное



$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$ma = F_{\text{тр}}$$

$$a = \mu g$$

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

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:

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

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

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

$$2) \eta = \frac{A_{полез}}{Q_{подв}} = \frac{Q_{подв} - Q_{отб}}{Q_{подв}} = 1 - \frac{|Q_{отб}|}{Q_{подв}}$$

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

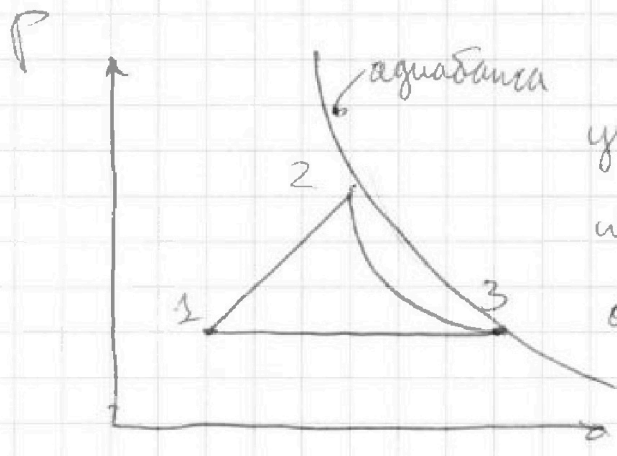
МФТИ

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 изобара.



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

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

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

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{отвед}} &= Q_{23} + Q_{31} = 0,5R \int (4 - 2\sqrt{2}) T_1 + \\
 &+ 2,5R \int T_1 (2\sqrt{2} - 1) \\
 \eta &= 1 - \frac{Q_{\text{отвед}}}{Q_{\text{поступ}}} = 1 - \frac{0,5R \int T_1 (4 - 2\sqrt{2} + 10\sqrt{2} - 5)}{6R \int T_1} \\
 &= 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 0,15 = 15\%
 \end{aligned}$$

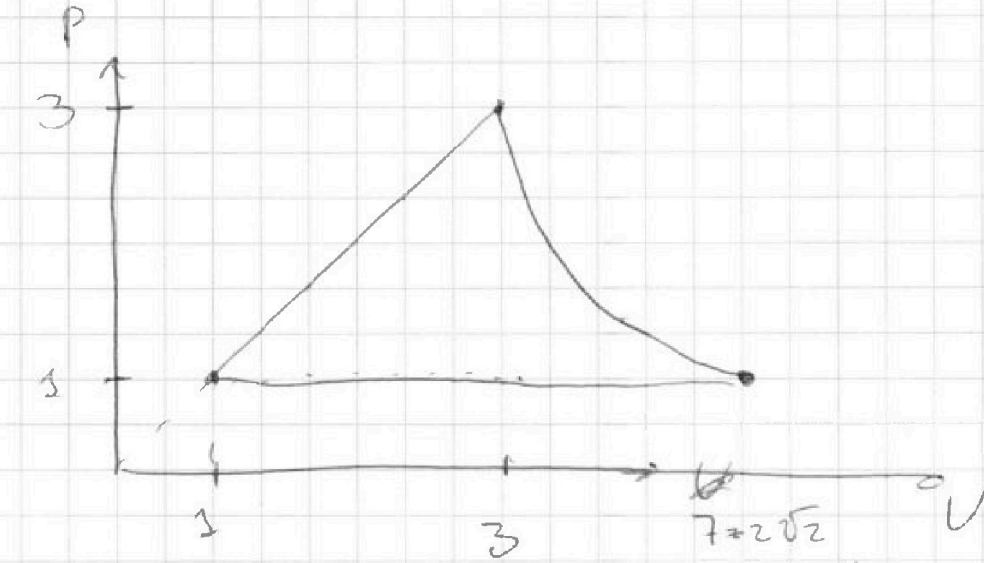
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



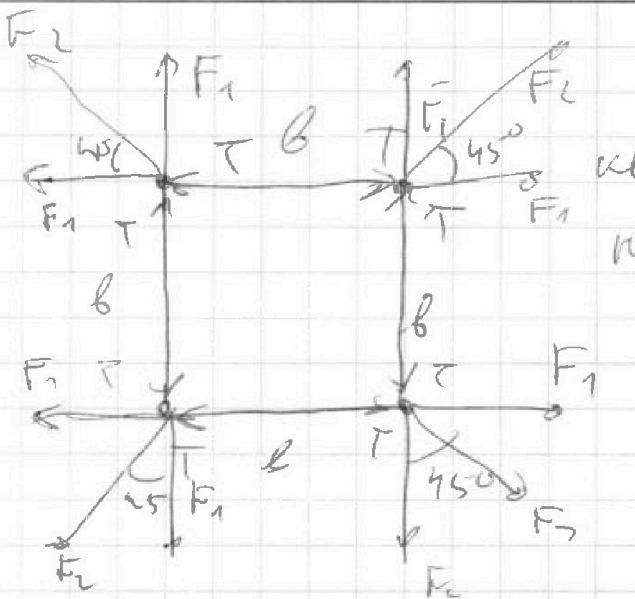
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

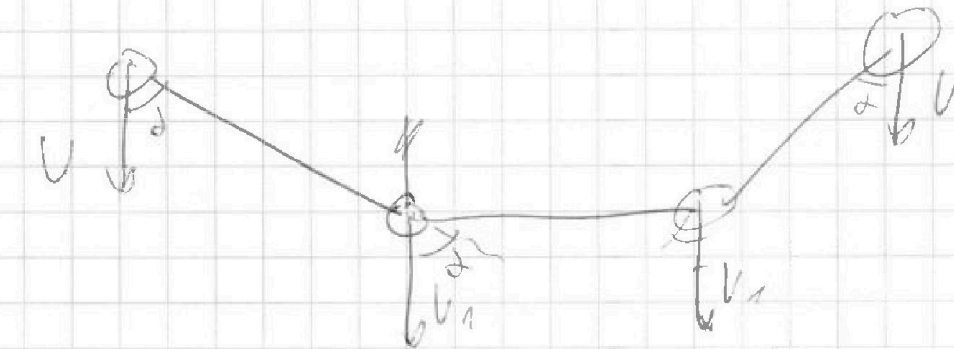
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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  $\Rightarrow$



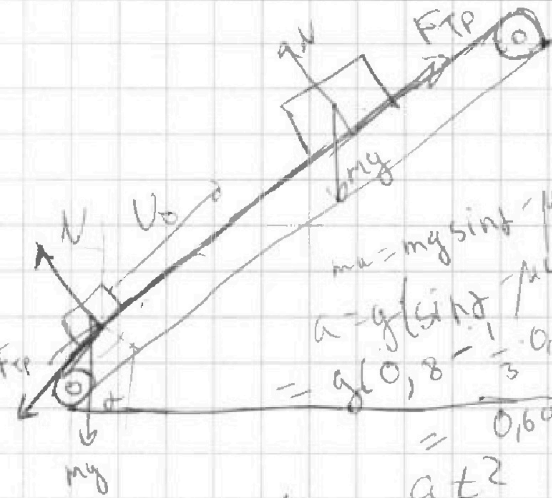
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$D = v_0^2 - 2aS$$

$$(v_0 - u) - gt = 0$$

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

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{4(v_0 - u)}{g} = \frac{2g}{20} + \frac{2 \cdot 2}{10} = 0,6m$$

$$\frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{-a} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{a} = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 0,6g t^2}}{g}$$

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

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

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

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

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

$$T = 0,65m$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{4(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$0,2m$$

$$L = 0,2m$$

$$0,6gt_3 = u$$

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

$$\frac{0,6g t_3^2}{2} = \frac{u^2}{2 \cdot 0,6^2 g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{4(v_0 - u)}{g} = \frac{u^2}{2g}$$

$$\frac{2g}{15} + \frac{4}{5} = \frac{4 \cdot 1}{15 \cdot 5} = \frac{16}{75m}$$

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!

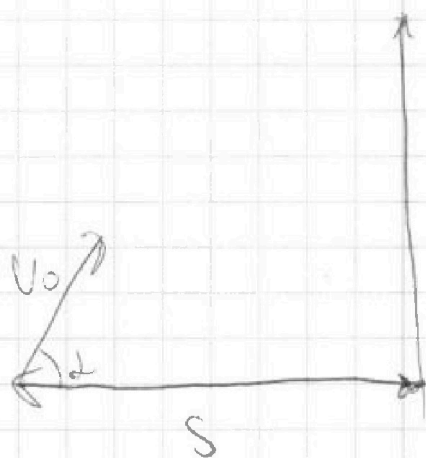


$$T = 2t$$

$$v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

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



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

y:

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \tan^2 \alpha &= \frac{S v_0^2}{g S^2} = \frac{v_0^2}{S g} = \frac{g^2 T^2}{S g} = \frac{g T^2}{S} = \\ &= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{20 \text{ м}} = 2 \end{aligned} \quad \tan^2 \alpha = 2$$

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

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

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

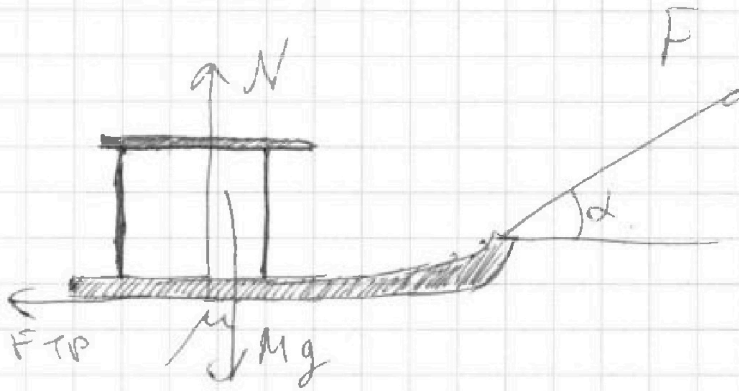
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$① \quad N = F \sin \alpha - Mg$$

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

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

$$v_0 = aT$$

$$Mv_0$$



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

$$v_0 - \mu gT = 0$$

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

$$② \quad N = Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu Mg$$

$$F - \mu Mg = Ma$$

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

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

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

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

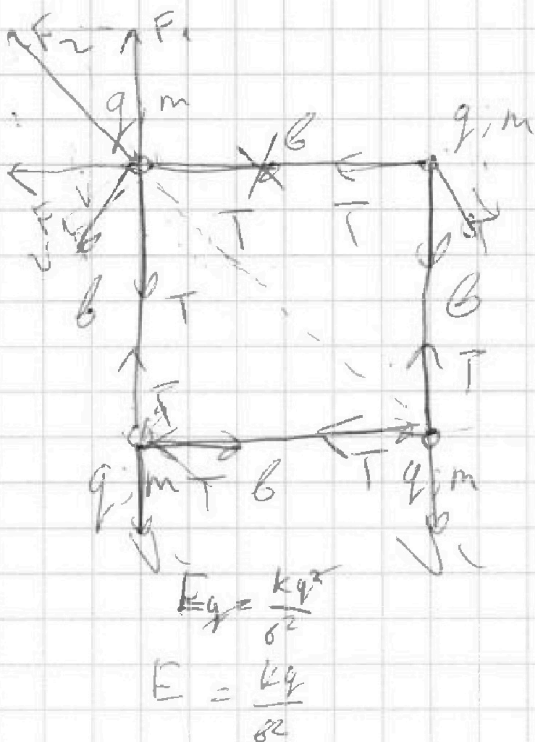
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



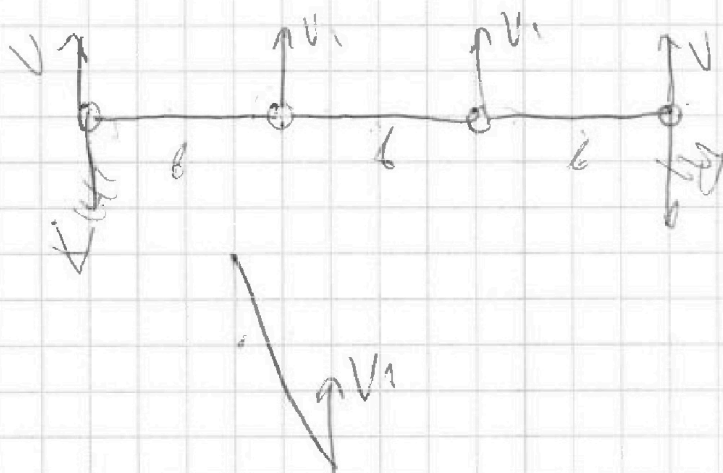
$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

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

$$F_2 \cos 45^\circ + F_1 = T$$

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

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



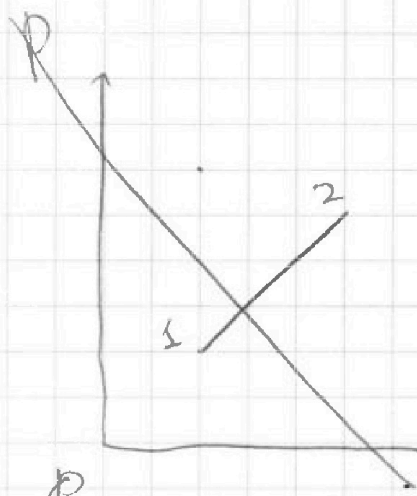
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

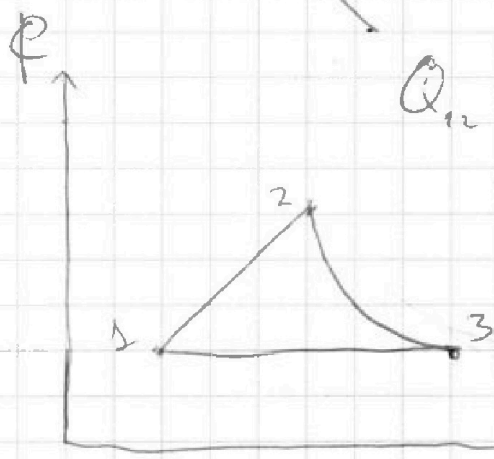
**МФТИ**

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



~~$2^{\frac{3}{2}} = (2\sqrt{2})^{\frac{3}{2}}$   
 $\approx (1,4)^{\frac{3}{2}} \approx 2,5$~~

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



$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} =$   
 $= \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12}$

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

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

$= 600 \cdot 8,31 =$   
 $= 831 \cdot 6 = 4986 \text{ Дж}$

831  
6  
4986

$Q_{\text{подвед}} = Q_{12} = 2R \Delta T_{12}$

$A_{\text{получен}} = Q_{\text{подвед}} - Q_{\text{отвед}} =$

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

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

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

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

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!

