

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.

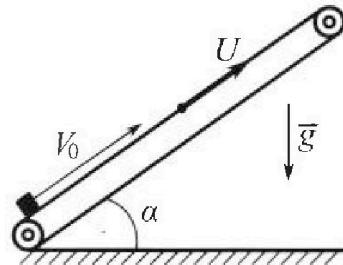
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посыпает 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.

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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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 $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

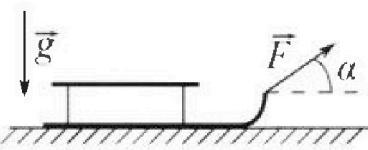
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

3) 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.

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

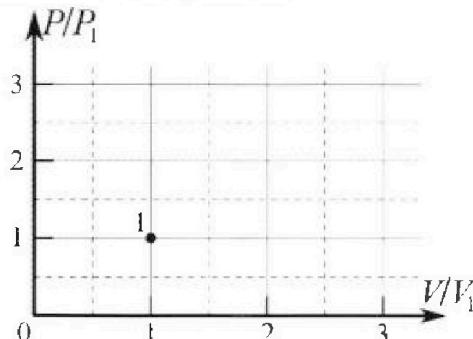
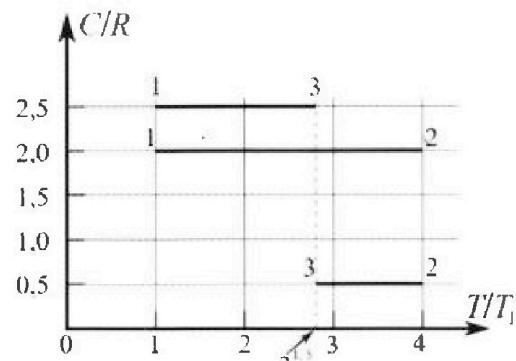
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и
радикалы.

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 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 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 .

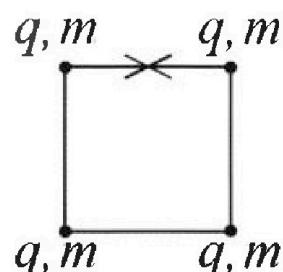
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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

МФТИ

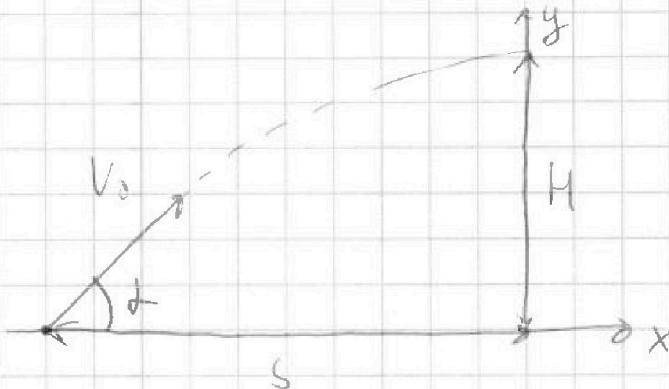
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Dано:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



H_{\max} - ?

V_0 - ?

Решение:

$$1) V_0 \cdot g T = 0$$

$$T = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = g T = 20 \text{ м/с}$$

2) Запишем уравнения движения на оси x и y :

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

но основному турбокомпрессорному тоннелю:

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

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"/> |

МФТИ



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

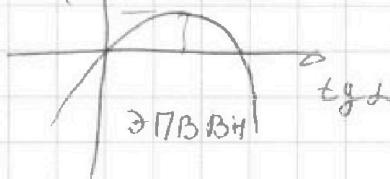
$$H = Stg_2 - \frac{gs^2}{2v_0^2} (tg_2^2 + 1) = - \frac{gs^2}{2v_0^2} tg_2^2 + Stg_2 -$$
$$- \frac{gs^2}{2v_0^2} \xrightarrow{\text{max } tg_2}$$

$$tg_2^* = \frac{S \cdot g v_0^2}{gs} =$$

$$= \frac{v_0^2}{gs}$$

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

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



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



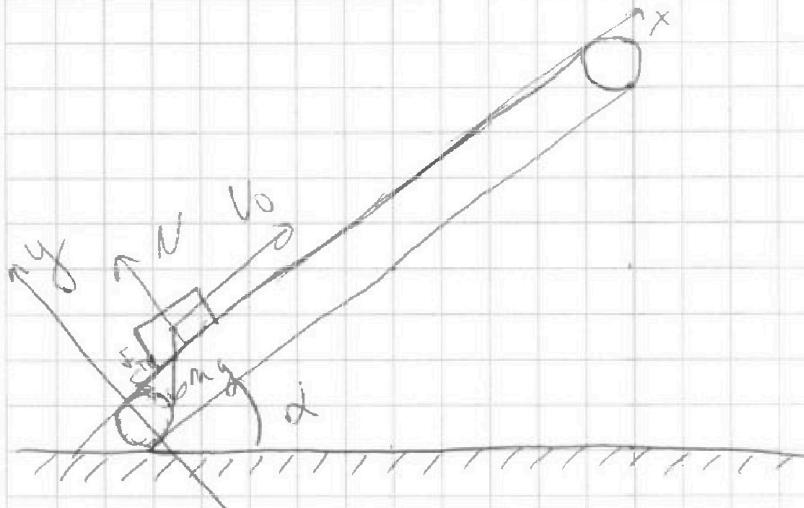
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/> |

МФТИ

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



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

$$v_0 = 4 \text{ m/s}$$

$$u = 2 \text{ m/s}$$

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

$$S = 1 \text{ m}$$

1) T - ?

2) L - ?

3) H - ?

Решение:

1) Запишем уравнение II-ой

закон Ньютона в проекциях

на оси x и y:

O. x

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

O. y

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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"/> |

МФТИ

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

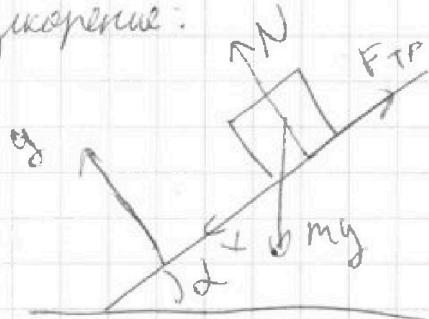
$$y(t) = V_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

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

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

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

Трусы еще падем вниз. Поставим его новое
ускорение:



О.у.:

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

Ox

$$N = m g \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \mu N = \mu m g \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

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

$$\approx 0,65 \text{ с}$$

2) Переходит в CO линиях.

В этой CO ~~в~~ начальная скорость
груза равна $v_1 = v_0 - u$. Чтобы в грузика
в лабораторной CO была скорость u , в
CO линии скорости будем α .

$$v_0 - u - \frac{a}{g} t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{ga}$$

Переходим обратно

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

3) Время остановки в лабораторной CO линии.

$$v_0 - gt_2 = 0, \quad v_0 - u - gt_2 = -u$$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$u = a_2 t_3$$

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

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

$$H = (x_2 - x_3 + 78) \sin \alpha$$

$$x_2 = u \frac{v_0}{g} - \text{согл. фронтальная}$$

левая

$$H = \left(\frac{u_0^2}{2g} + \frac{u v_0}{g} - \frac{u^2}{2a_2} \right) \sin \alpha =$$

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

Ответ: 1) $T = 0,65 \text{ с}$

2) $L = 0,6 \text{ м}$

3) $H = \frac{76}{75} \text{ м}$

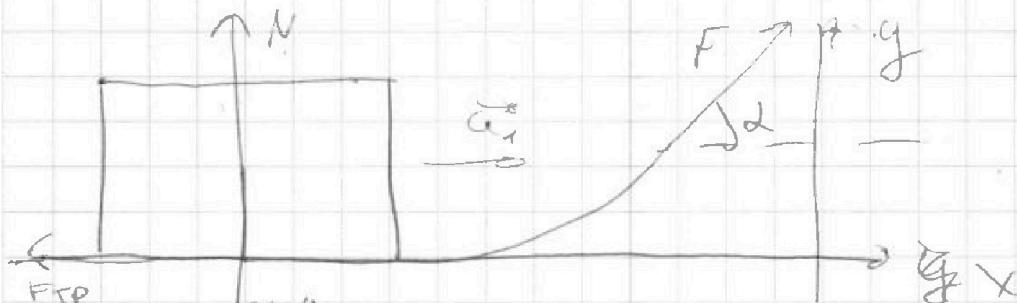
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 Kg/m .

Запишем 5-ой закон Ньютона в проекции
на оси y и x :

O. y

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

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

O. x

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

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

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

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

Теперь аналогично запишем проекции
на оси l . сила горизонтальная силь.

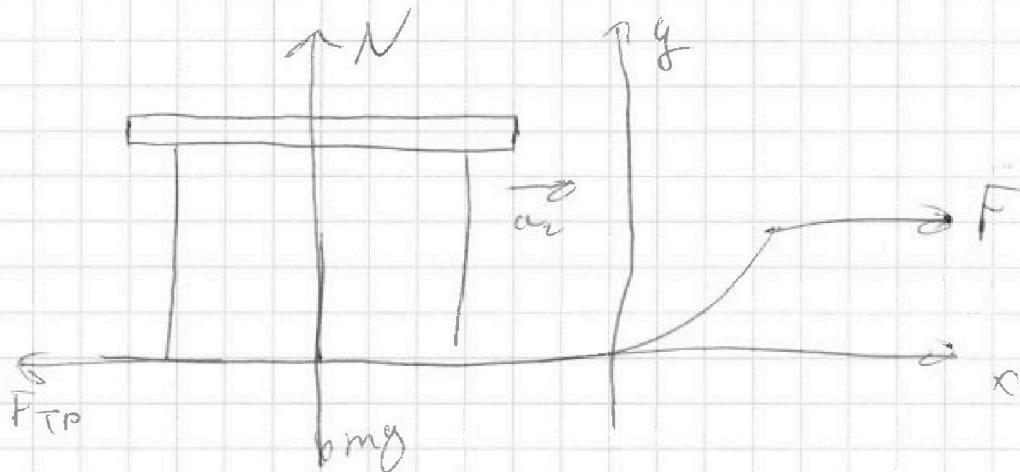
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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:

$$ma = P - F_{TP}$$

$$ma_1 = F - \mu N = F - \mu mg$$

$$a_1 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

В условиях сказано, что в обоих случаях
с历时 разгоняется за одинаковое время.

Значит это:

$$T_1 = \frac{v_0}{a_1} \neq \frac{mv_0}{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}$$

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

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

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!

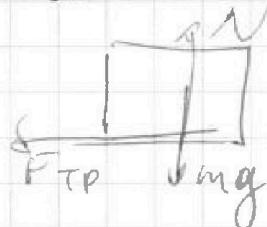
$$\frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{\mu} = \frac{F - \mu mg}{\mu}$$

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

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

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

2) Теперь запишем условие остановки
равнения ускорение торможения



$$N = mg$$

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

$$ma = F_{TP}$$

$$a = \mu g$$

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

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 |
| <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!

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

Запишем 5-ое начало термодинамики:

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JR \Delta T_{12} \quad J=1$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 2R \Delta T_{12} - \frac{3}{2} R \Delta T_{12} =$$

$$= 0,5 R \Delta T_{12} = 1,5 JR T_1 \approx 5 \text{ кДж}$$

2) $\eta = \frac{A_{\text{испак}}}{Q_{\text{подогр}}} = \frac{(Q_{\text{подогр}} - Q_{\text{散发}})}{Q_{\text{подогр}}} = 1 - \frac{Q_{\text{散发}}}{Q_{\text{подогр}}}$

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

т.е. $\gamma = \frac{C - CP}{C - CV}$

$$PV^{\frac{C - CP}{C - CV}} = \text{const}$$

При этом понимаем, как выражают PV для различных
кампов процесса.

Процессы 1-3:

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

Процессы 1-2:

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

изотермичность

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.

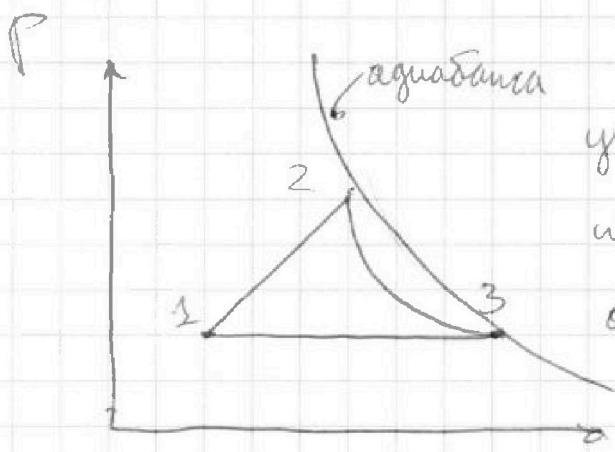


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Процесс 2-3:

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

$pV^{-2} = \text{const}$ т. л. квадратичная
гипербола.



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

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

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

$$Q_{\text{отвод}} = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R \left(\frac{1}{4-2\sqrt{2}} \right) T_1 +$$

$$+ 2,5R \Delta T_1 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отвод}}}{Q_{\text{изд}}}$$
$$= 1 - \frac{0,5R \Delta T_1 \left(\frac{1}{4-2\sqrt{2}} + 10\sqrt{2} - 5 \right)}{6R \Delta T_1} =$$
$$= 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 0,15 = 15\%$$



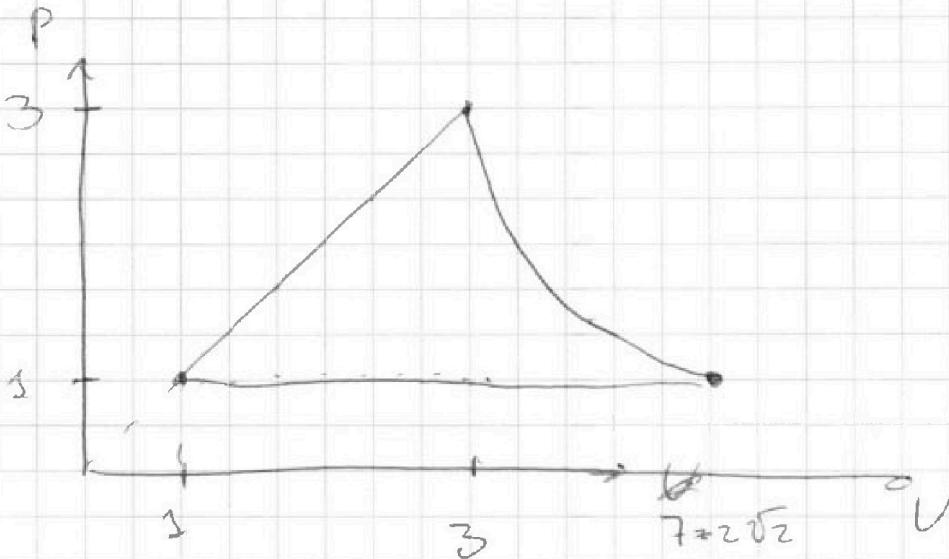
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



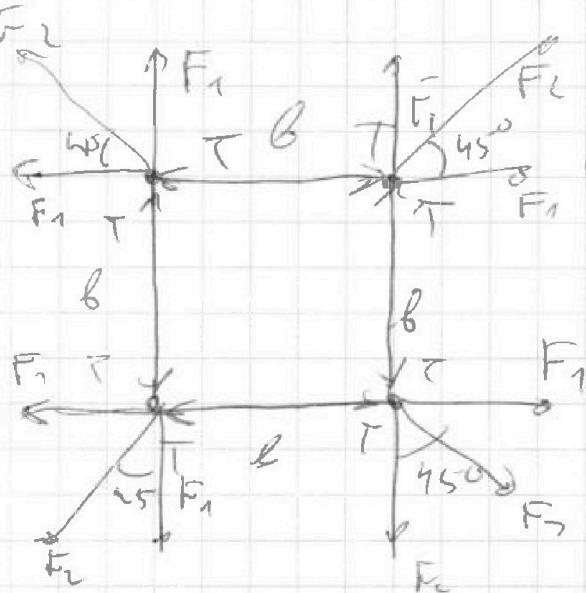
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Из-за симметрии
квадрата все силы
показания равны:

Запишем уравнение
равновесия на
один из способов:

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

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

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

2) Т.к. это доказано одновременно, что
эти все времена ограждены, а значит
шарик всегда падает \Rightarrow можно сказать,
что проекции скорости шариков будут
шарик равны



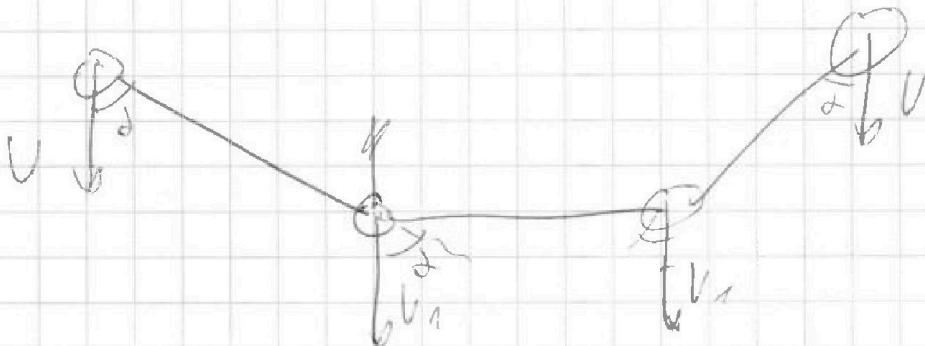
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Понятно очевидно, что скорости нижних шариков
вертикальны т.к. если это не так, то
их скорости должны быть направлены друг на
друга, но линия напряжения \Rightarrow

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!

Diagram of a block sliding down an inclined plane with angle α . Forces shown: Normal force N , Weight mg , Friction force $F_f = \mu N$.

Equations of motion:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_f = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$= 0,6g$$

$$V_0 t - \frac{at^2}{2} = 0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(V_0 - u)}{a}}$$

$$- \frac{a}{2} t^2 + V_0 t - S = 0$$

$$D = V_0^2 - 2as$$

$$-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2as}$$

$$= \frac{V_0 \mp \sqrt{V_0^2 - 2as}}{-a}$$

$$= \frac{V_0 \mp \sqrt{V_0^2 - 2as}}{g}$$

$$= \frac{(V_0 - u)^2 + u(V_0 - u)}{2g}$$

$$= \frac{4}{20} + \frac{2 \cdot 2}{10}$$

$$= 0,6m$$

$$V_0 - u - gt_2 = 0 \Rightarrow V_0 t_2 - gt_2 = 0$$

$$t_2 = \frac{V_0}{g}$$

$$\frac{(V_0 - u)^2}{2g} \left(\frac{V_0}{g} \right) - \frac{0,2m}{0,2m} = 0,2m$$

$$-0,6gt_2^2 = 0,2m$$

$$\frac{0,6g}{2} t_2^2 = 0,2m$$

$$\frac{0,6g}{2} t_2^2 = \frac{0,2m}{0,6g}$$

$$t_2^2 = \frac{2m}{0,6g}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2m}{0,6g}}$$

$$\approx 0,25$$

$$T = 0,65m$$

$$0,6gt_3 = u$$

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

$$\frac{(V_0 - u)^2 + u(V_0 - u)}{2g} - \frac{u^2}{1,2g} = 0,2m$$

$$\frac{3}{5} - \frac{1}{3} = \frac{4}{15} = \frac{16}{75m}$$

$$[16] \text{ m}$$

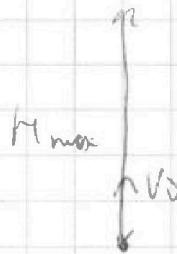
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$T = 2c$$

$$V_0 - gT = 0$$

$$V_0 T - \frac{gT^2}{2} = H$$

$$V_0 = gT = 20 \text{ м/c}$$

$$T = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

y:

$$V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$S \cdot g \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

$$S \cdot g \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = H$$

$$S \cdot g \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 V_0^2} = H \xrightarrow{\max \tan^2 \alpha}$$

$$\begin{aligned} \tan^2 \alpha &= \frac{S V_0^2}{g S^2} = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{g T^2}{g S} = \frac{g T^2}{S} = \\ &= \frac{10 \text{ м/c}^2 \cdot 400 \text{ м}^2}{20 \text{ м}} = 2 \end{aligned}$$

~~tan^2~~

$$H^* = S \cdot g \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 V_0^2} =$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

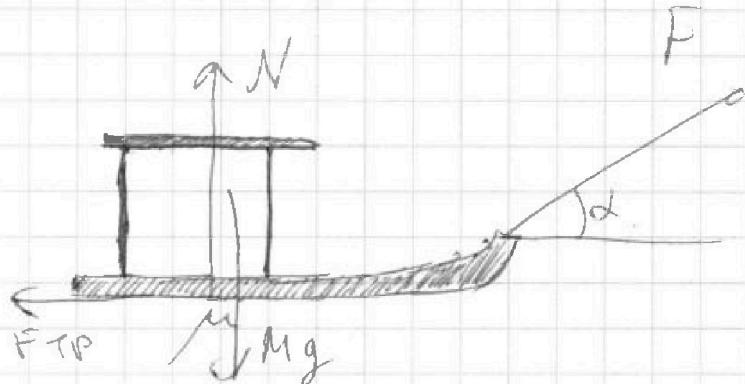
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



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

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

$$V_0 = a T$$

$$M V_0$$

$$T = \frac{M V_0}{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}$$

$$\frac{Mg}{\mu M g}$$

$$V_0 - \mu g T = 0$$
$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \left(\frac{V_0 \sin \alpha}{g (1 - \mu \cos \alpha)} \right)$$

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

$$F_{fr} = \mu N f$$

$$F - \mu Mg = Ma$$

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

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

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

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

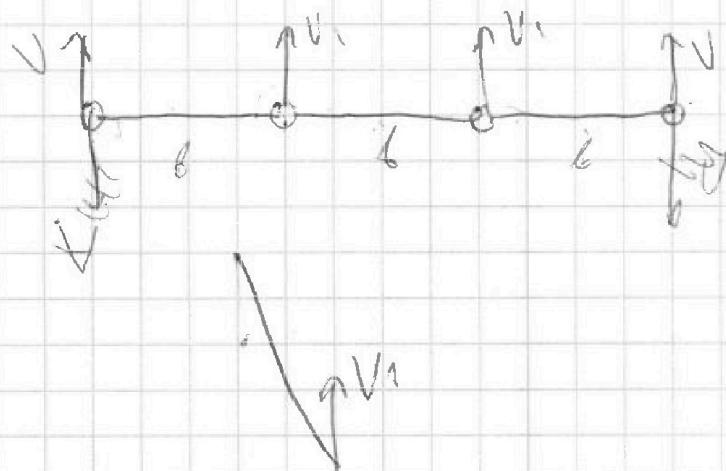
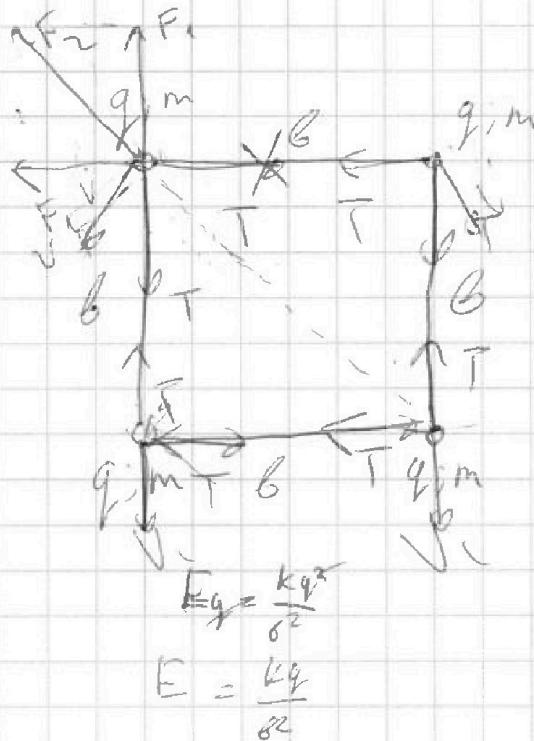
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



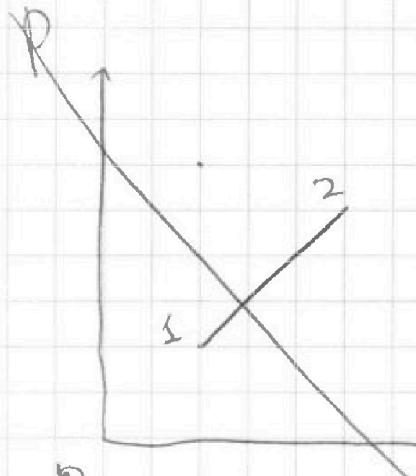
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

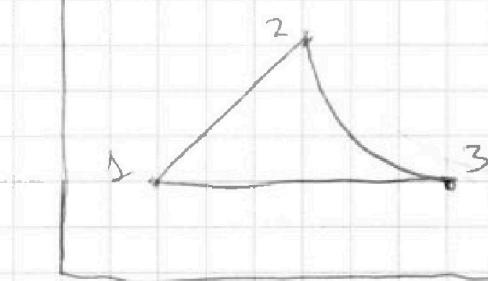
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$\begin{aligned} PV &= \text{const} & PV &= PV^{\frac{\frac{5}{2}-1}{2-\frac{3}{2}}} = \\ P &= \frac{\text{const}}{V^{\frac{1}{2}}} & P &= PV^{\frac{1}{2}} = \text{const} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= C_{12} \sqrt{A} \Delta T_{12} = \lambda A_{12} + A_{12} = \\ &= \frac{3}{2} \int R \Delta T \Gamma A_{12} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} A_{12} &= (C_{12} - \frac{3}{2}R) \sqrt{A} \Delta T = \\ &= C_{12} - \frac{R}{2} \int 3T_1 = \end{aligned}$$

$$V = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1 =$$

$$= 600 \cdot 831 =$$

$$= 831 \cdot 6 = 4986 \text{ дж}$$

~~$Q_{\text{нагрев}} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$~~

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

$$\text{Адисса} = Q_{\text{нагрев}} - Q_{\text{散发}} =$$

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

$$= 2R \int 3T_1 - (0,5R \int (4-2\sqrt{2}) T_1 + 2,5R \int (2\sqrt{2}-1) T_1)$$

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

$$\frac{0,5R \int (13-8\sqrt{2})}{2R \int 3T_1} = \frac{13-8\sqrt{2}}{12} = \frac{1,8}{12} = 15\%$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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