



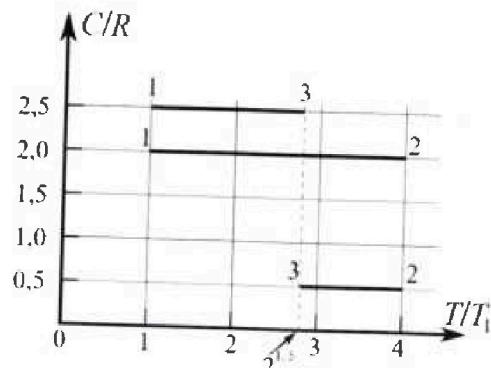
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



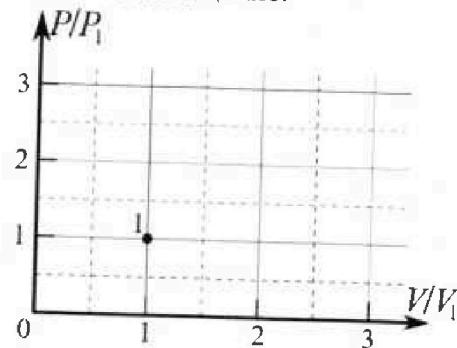
Вариант 10-01

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

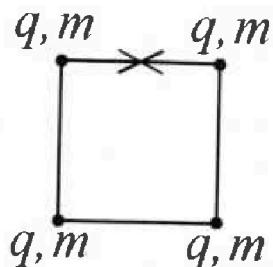
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



- 1) Найдите работу A_{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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 10-01

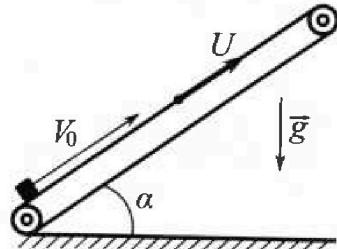
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 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.

- 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 покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



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

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

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

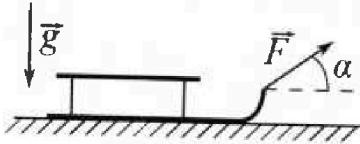
- На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

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

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом 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.

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



Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.

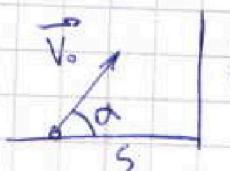


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

МФТИ

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

1. $T = 2c$ $g = 10 \frac{m}{s^2}$ (усл д. падения) $S = 20 m$ (расст от теннисиста до с.)
 V_0 - нач. скорость мяча t - время полёта до удара
 H - высота от пола места удара мяча об стенку
 - усл, под которым спросили



1) за время T скорость мяча удач. с V_0 , $g = 0$

$$T = \frac{V_0 - 0}{g} = \frac{V_0}{g} = V_0 = Tg$$

$$2) S = V_0 \cos \alpha \cdot t \quad t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

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

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

Замечаем, что min знач. H достигн. при $\tan \alpha = -\left(\frac{S}{\frac{g S^2}{2 V_0^2}}\right) = \frac{V_0^2}{g S}$
 т.к. $H(\tan \alpha)$ - квадратич. функ.

$$H = -\frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g^2 \cdot S^2} + S \cdot \frac{V_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 V_0} = \frac{-V_0^2}{2g} + \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0} =$$

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

$$H = \frac{(20 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} - \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot (20 m)^2}{2 \cdot (20 \frac{m}{s})^2} = 15 m$$

Ответ: $V_0 = 20 \frac{m}{s}$, $H = 15 m$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2. α - угол наклона трапеципеда, V_0 - нач. скорость коробки,
 V - скорость в транспортере

$$5 \text{c} \frac{N^2}{2\alpha}$$

$$\sin \alpha = 0,8 = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$1) 2 \text{з.н. } ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha + \mu N =$$

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

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

$$a = 10 \frac{\pi}{2} \left(\frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = 10 \frac{\pi}{2}$$

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

$$t = \sqrt{V_0^2 - 2aS + V_0} \text{ заменить, что } (V_0^2 - 2aS) < 0$$

$$t = \sqrt{\frac{(4 \frac{\pi}{2})^2}{10 \frac{\pi}{2}}} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\pi}{2} / 1 \text{м}} + 4 \frac{\pi}{2} \approx$$

\Rightarrow пока коробка не доехал до $S_1 = \frac{V_0^2}{2a}$ ($S_1 = 0,8 \text{ м}$)

и покинул и начал ехать с a_2

a_2 - нач. ускорение a_2 ,

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

$$a_2 = 10 \frac{\pi}{2} \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = 6 \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_2 = S_2 = S - S_1 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} \quad t_1 = \frac{V_0}{a_1} \quad t = t_1 + t_2 = \frac{V_0}{a_1} + \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}}$$

$$t = \frac{4 \pi / 2}{10 \frac{\pi}{2}} + \sqrt{\frac{2 \cdot (1 \text{м} - 0,8 \text{м})}{6 \frac{\pi}{2}}} = \left(0,4 + \sqrt{\frac{0,4}{6}} \right) \text{с} \approx 0,65 \text{ с}$$

2) м.к. $V_{\text{две}} = V_{\text{авт}} + V_{\text{тр}}$, но $V = U = 2 \frac{\pi}{2}$ будем писать,

когда $V_{\text{авт}} = 0$

$L = S + Ut$, где S - путь, на который коробка прошла CD м.

$S' = \frac{V_0^2}{2a}$ $S' = \frac{(4 \frac{\pi}{2})^2}{2 \cdot 10 \frac{\pi}{2}} = 0,8 \text{ м}$

$$t = \frac{V_0}{a_1} \quad t = \frac{4 \frac{\pi}{2}}{10 \frac{\pi}{2}} = 0,4 \text{ с}$$

$$L = 0,8 \text{ м} + 0,4 \text{ с} \cdot 2 \frac{\pi}{2} = 1,6 \text{ м}$$

$$3) V_{\text{две}} = V_{\text{авт}} + V_{\text{тр}} \Rightarrow -V_{\text{авт}} = U$$

ΔL - путь, прошаг коробкой при сдвиге, а не б (2)

$$\Delta L = U t^1 - \frac{V_0^2}{2a_2} = U t^1 - \frac{U^2}{2a_2}$$

$$t^1 = \frac{U}{a_2}$$

$U t^1$ - путь, на котором коробка прошла CD м.
 $\frac{U^2}{2a_2}$ - оставшийся путь, при коробкой прошла CD 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"/> |

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

МФТИ.

$$\Delta L = U \cdot \frac{u}{a_i} - \frac{U^2}{2a_i} = \frac{U^2}{2a_i} \quad \Delta L = \frac{(2 \frac{\pi}{5})^2}{2 \cdot 6 \frac{\pi^2}{5}} = 0,3 \text{ м}$$

$$H = (L + \Delta L) \cdot \sin \alpha$$

$$H = (1,6 \text{ м} + 0,3 \text{ м}) \cdot \frac{4}{5} = 1,52 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } t = 0,65 \text{ с}$$

$$L = 1,6 \text{ м}$$

$$H = 1,52 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

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

МФТИ

Задача 3. Колесо скользит, m - масса санок, α - угол, F - сила тяги, g - укр. си. падения, μ - коэф. тр., t - время остановки.

III. в. санки разгоняют до одинаковой до санек скорости \Rightarrow
 \Rightarrow ускорение санок равно
 $m \neq \mu m$. \Rightarrow санки будут все равно движутся будущее санки
будут все движение не идет.

$$N_1, N_2 - \text{силы реакции земли в 1 и 2 случаях соответственно.}$$
$$F_{\text{тр}} = \mu N_2 \quad N_1 = mg \quad N_2 = mg - F \sin \alpha$$

v_0

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

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

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

II \rightarrow

новые реакции на санки будут все движущие действовать
максимальная сила трения равная сила тяжести в 1 сл. \Rightarrow

$$\Rightarrow \Delta p = F_{\text{тр}} \cdot t \text{ из З.С.И}$$

$$\Delta p = m v_0 - 0 = m v_0$$

$$t = \frac{\Delta p}{F_{\text{тр}}} = \frac{m v_0}{\mu mg} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

4. 1) $Q = C_0 \cdot \Delta T = \Delta U + A_{12} \quad \Delta U_2 = \frac{3}{2} JR \Delta T_{12}$
 Q - расход тепла, ΔU - энтр. внутр. энергии газа, C_0 - теплоемкость газа.
 ΔT_{12} - разн. температур в 1-2
 $A_{12} = Q - \Delta U = R_B \Delta T_{12} (C_0 - \frac{3}{2} R) = \frac{1}{2} R \Delta T_{12} \Rightarrow Q = 4 A_{12}$

$\text{Дж} = A_{12} = \frac{Q}{4} = \frac{C_{12} \cdot (4T_1 - T_2) \cdot J}{4} = \frac{2R \cdot 3T_1 \cdot J}{4}$

$A_{12} = \frac{6 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль}\cdot\text{К}} \cdot 400 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}}{4} = 4986 \text{ Дж}$

2) м.в. $\Delta U = \frac{3}{2} JR \Delta T \Rightarrow \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = 3A_{12}$
 A_{12} - расход рабочей среды
 Q_0 - расход энергии

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_0} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}$$

~~$A_{12} = 0,25 Q_0$~~
 ~~$A_{23} = -0$~~

Q_{23} и Q_{31} система однотипна

2-3: $0,5JR \Delta T_{23} = 1,5JR \Delta T_{23} - 4JR \Delta T_{23}$
3-1: $0,5JR \Delta T_{31} = 1,5JR \Delta T_{31} + JR \Delta T_{31} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{0,5JR \Delta T_{12} + JR \Delta T_{23} - JR \Delta T_{31}}{2JR \Delta T_{12} - 0,5JR \Delta T_{23} - 2,5JR \Delta T_{31}} =$$
$$= \frac{0,5 \Delta T_{12} + \Delta T_{23} - \Delta T_{31}}{2 \Delta T_{12} - 0,5 \Delta T_{23} - 2,5 \Delta T_{31}} = \frac{0,5 \cdot 3T_1 + (4 - 2,82)T_1 - (2,82 - 1)T_1}{2 \cdot 3T_1 - (4 - 2,82)T_1 - 0,5 \cdot (2,82 - 1)T_1}$$
$$= \frac{6,5 - 5,64}{6,5 + 1,41 - 6,05} \approx 0,41 \approx \eta = 41\%$$

3) t_{23}^{3-1} : трубная м.в. $C_0 = 2,5$

Решение: $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$
 $\eta = 41\%$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

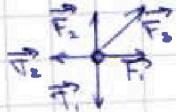
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

5 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

т.к. заряды шариков находятся в равновесии
 $\Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{T}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$



$$\sqrt{2}T = \sqrt{2} \cdot k \left(\frac{q}{R}\right)^2 + \frac{1}{2} k \left(\frac{q}{R}\right)^2$$

$$T = k \left(\frac{q}{R}\right)^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2} + \frac{1}{2}}{\sqrt{2}}\right) = k \left(\frac{q}{R}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

$$\begin{array}{r} 860 \\ \times 0,4 \\ \hline 0,4 \\ 344 \\ \hline 1160 \end{array}$$

$$0,86 + 0,86 = 1,42$$

$$\frac{186}{86} = \frac{286+14}{86}$$

$$\begin{array}{r} 860 \\ 744 \\ \hline 1160 \end{array} \quad \begin{array}{r} 186 \\ 0,406 \\ \hline 744 \end{array} \quad \begin{array}{r} 188 \\ 4 \\ \hline 744 \end{array} \quad \begin{array}{r} 186 \\ 5 \\ \hline 930 \end{array}$$

$$2 + \frac{14}{86}$$

$$4\Gamma \uparrow \Rightarrow PV \uparrow$$

$$P\Delta V = \partial R \Delta T_3$$

$$\frac{2}{3} \partial R \Delta T$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

$$c_0 \Delta T = \frac{Q}{\Delta T} - Q \quad \text{d=1 моль}$$

$$Q = \frac{A}{\eta} \cdot \frac{A}{Q}$$

$$\eta = \frac{1-1}{2} \cdot R$$

$$\frac{1}{2} \Delta T$$

$$Q = \dots \Delta T$$

$$\frac{1}{2}, \quad \frac{2+1-2}{2,5+2-0,5} = \frac{1}{4} = 25\%$$

$$\underline{3-2} \quad 3+2 \\ A = \frac{1}{2} \Delta R \Delta T$$

$$\frac{3-2}{2} - \Delta R \Delta T$$

$$\frac{3}{2} + 1 - \frac{2R \cdot 3T}{4}$$

$$\underline{6 \cdot 8,31 \cdot 400 \cdot 1} = 6 \cdot 831$$

$$4986$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \parallel \\ 1 \\ \parallel \\ 1 \end{array} \quad Q \rightarrow$$

$$\frac{3}{2} A - A = Q \\ A = -0,5Q$$

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow 0,5 \Delta R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T - 1 \Delta R \Delta T$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \parallel \\ 1 \\ \parallel \\ 1 \end{array} \quad \eta = \frac{\frac{1}{2} \Delta R \Delta T_{12} + \Delta R \Delta T_{23} - \Delta R \Delta T_{31}}{2 \Delta R \Delta T_{12} - 0,5 \Delta R \Delta T_{23} - 2,5 \Delta R \Delta T_{31}}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \parallel \\ 8 \\ \parallel \\ 1 \end{array} \quad 2,82$$

$$1,5 + 4 + 1$$

$$2 \sqrt{2} = 2,82$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ + 5,64 \\ \hline 1,41 \\ \hline 6,05 \end{array}$$

$$\frac{1,5 + 3 - 2 \cdot 2,82}{6 - 2 + 1,41 - 2,5 \cdot 2,82 + 2,5}$$

$$\frac{6,5 + 5,64}{6,5 + 1,41 - 6,05} = \frac{1 - 0,14}{1,41 + 0,45} = 0,86$$

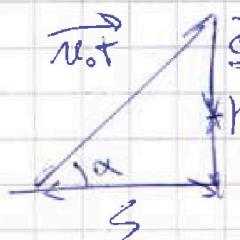


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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

$$\frac{v_0}{g} = T \Rightarrow v_0 = gT$$



$$v_0 t \cos \alpha = 3 \Rightarrow t = \frac{3}{v_0 \cos \alpha}$$

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

cat

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{3}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{g^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$3 \operatorname{tg} \alpha \quad \operatorname{ctg} \Delta t = \frac{Q}{\partial \Delta t} = \frac{Q}{t} = Q$$

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

$$H = 3 \operatorname{tg} \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) \quad -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}$$

$$H = -\frac{g s^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha + 3 \operatorname{tg} \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2}$$

$$\Delta E = b^2 - 4ac \quad \operatorname{tg} \alpha = -\frac{b}{2a} = \frac{-s}{2 \frac{-g s^2}{2 v_0^2}} = \frac{v_0^2}{g s}$$

$$H = -\frac{g s^2}{2 v_0^2} \frac{v_0^4}{g^2 s^2} + s \cdot \frac{v_0^2}{g s} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} \frac{400}{20} - \frac{4000}{800}$$

$$H = -\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} \quad 20 - 5 = 15$$

$$v_0 = (V_0 + U) \quad F_{mp} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = 0.8 = \frac{4}{5} \quad m g \cos \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0.64} = \sqrt{0.36} = \frac{3}{5}$$

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) = 10$$

$$s = v_0 t - \frac{a}{2}$$

$$\frac{v_0}{t} = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F \cos \alpha - (\mu(mg - F \sin \alpha))}{m}$$

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

$$\frac{F}{m} \cos \alpha = \frac{F}{m} g (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \rightarrow F \cos \alpha$$

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