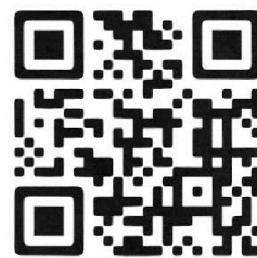




**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 10-01



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

- 1.** Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

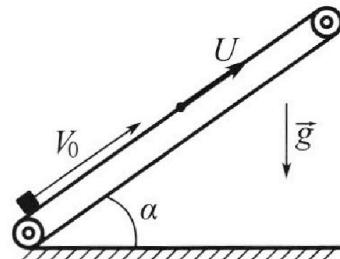
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10$ 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 покояющуюся 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?

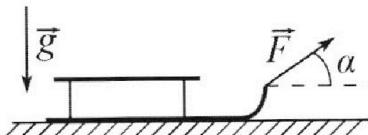
В втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

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 .

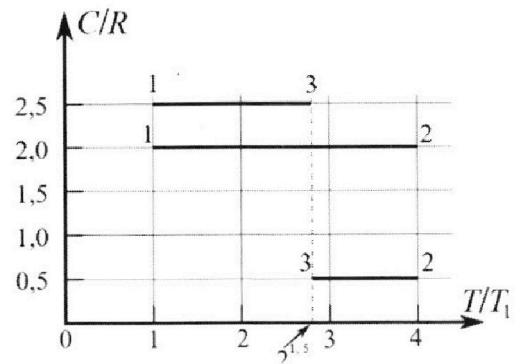
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

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

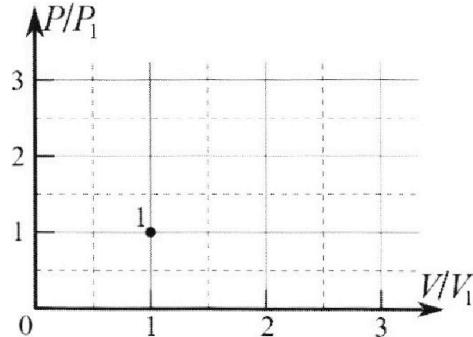
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессы: 1-2, 2-3, 3-1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

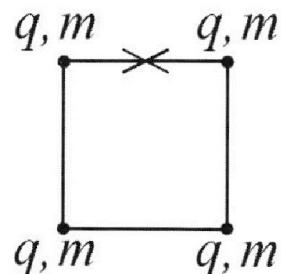
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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

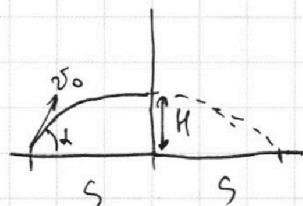
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) $v_0 T - \frac{g T^2}{2} = H_{\max}$ Задача №1.
 ~~$v_0 T - \frac{g T^2 \cdot 4}{2} = 0$~~

$$v_0 T = g T^2$$

$$v_0 = g T = 20 \text{ м/с}$$

2)



Пусть шаги были под уклоном α .

$v_0 \cos \alpha \cdot t_0 = 2S$ — время полёта
назад, если бы не было склонки.

$$\cos \alpha \cdot t_0 = 2 \quad (1)$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g \frac{t_0^2}{2}}{8}$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot t_0 = \frac{g \frac{t_0^2}{2}}{2}$$

$$\frac{t_0}{\sin \alpha} = \frac{2v_0}{g}$$

$$\frac{t_0}{\sin \alpha} = 4 \quad (2)$$

$$t_0 = 4 \cdot \sin \alpha$$

Разделим (1) на (2):

$$\frac{\cos \alpha \cdot t_0 \cdot \sin \alpha}{t_0} = \frac{2}{4}$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2} \quad 2 \sin \alpha \cos \alpha = 1 \quad 2 \sin(2\alpha) = 1$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ радиан}$$

$$t_0 = 4 \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g \frac{t_0^2}{2}}{8} = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{4} - \frac{10 \cdot 4 \cdot 2}{8} = 10 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$; $H = 10 \text{ м}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

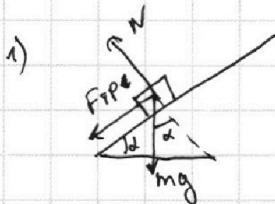
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

Задача №2.



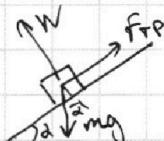
$$a_1 = \frac{mg \sin \alpha + \mu N}{m} = \frac{mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha}{m} = \\ = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \left(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \right) = 10 \frac{4}{5} m/s^2 - \text{ускорение}$$

коробки при подъёме в 1 случае.

$$v_0 = a_1 t_1 \quad t_1 = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} - \text{время до остановки}$$

$$S_1 = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м} -$$

проехал коробка до остановки.



$$a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 6 m/s^2 -$$

Ускорение коробки в 1 случае, когда она

будет съезжать вниз.

$$S_2 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м} - \text{ проехал коробка.}$$

0,22 ~~0,22~~ ~~0,22~~ ~~0,22~~

$$t_2 = \sqrt{\frac{0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с} - \text{ время движения}$$

коробки вниз.

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15} = \frac{12}{30} + \frac{2\sqrt{15}}{30} = \frac{6+2\sqrt{15}}{15} \text{ с} -$$

ис总的 время.

$$2) \frac{v^2 - v_0^2}{-2a_1} = L = \frac{4 - 16}{-2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м.}$$



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"/> |

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

МФТИ

3) После того, как корабль начнет двигаться со скоростью
меньше, чем $U = 2 \text{ м/с}$, её ускорение станет равным a_2 .

$$L_0 = V_0 (T_1 + T_2) - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} = 4 \cdot \left(0,2 + \frac{1}{3}\right) - 5 \cdot 0,04 =$$

$$U = a_2 T_2 \quad T_{22} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ с.} \quad - 3 \cdot \frac{1}{9} = 0,8 + \frac{4}{3} - 0,2 - \frac{1}{3} = 1,6 \text{ м.}$$

$$U - U = a_1 T_1 \quad T_1 = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с.}$$

$$H = L_0 \cdot \sin \alpha = 0,8 \cdot 1,6 = 1,28 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{6 + \sqrt{125}}{15} \text{ с; } L_{20,6 \text{ м}}, H = 1,28 \text{ м.}$$

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

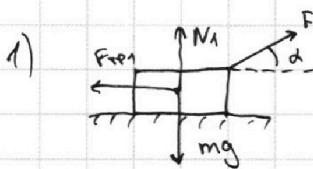
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

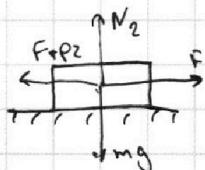


Задача №3.

В 1 случае при движении:

$$N_1 + F \sin \alpha = mg$$

$$F \cos \alpha - F_{f1} = m a_1 \quad (1)$$



Во 2 случае:

$$N_2 = mg \quad F - F_{f2} = m a_2 \quad (2)$$

Так как санки разогнались до \dot{v}_0 за одинаковое

время, то $a_1 = a_2$. Приравняем (1) и (2)

$$F \cos \alpha - F_{f1} = F - F_{f2}$$

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

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

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

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

$$a_1 = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F}{m} - \mu g \quad (\text{у3(2)})$$

$$a_2 = \frac{F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha}{m} = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g \quad (\text{у3(1)})$$

$$\sin \alpha + \cos \alpha = 1 \Rightarrow \cancel{\mu \cos \alpha} = \cancel{\mu}$$

2) $v_0 = a_1 T_1 = a_0 \cdot T_0$, где a_0 - ускорение санок при действии силы F , T_1 - время разгона санок до v_0 , a_0 - ускорение санок после прекращения действия силы, T_0 - время, за которое санки остановятся.



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!

$$a_1 = \frac{F}{m} - Mg$$

$$T_1 = \frac{v_0}{a}$$

$$T_0 = \frac{a_1 t_1}{a_0} = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g(1-\cos\alpha)}$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}, \quad T_2 = \frac{v_0 \sin\alpha}{g(1-\cos\alpha)}.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

Задача №1.

$$1) Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 2 \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = 2 R T_2 - 2 R T_1$$

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

$$p_1 V_1 = R T_1 \quad p_2 V_2 = R \cdot u T_1 = u p_1 V_1 \quad p_3 V_3 = R \cdot 2^{1,5} T_1 = 2^{1,5} p_1 V_1$$

$$2 R T_2 - 2 R T_1 = 2 \cdot p_2 V_2 - 2 \cdot p_1 V_1 = 8 p_1 V_1 - 2 p_1 V_1 = 6 p_1 V_1 = Q_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (R T_2 - R T_1) = \frac{3}{2} \cdot 3 p_1 V_1 = \frac{9}{2} p_1 V_1 = 4,5 p_1 V_1.$$

$$A_{12} = 6 p_1 V_1 - 4,5 p_1 V_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 831 = 6 \cdot 831 = 4986 \text{ дж}$$

$$2) Q_{23} = \frac{3}{2} (2^{1,5} - u) p_1 V_1 + A_{23} = 0,5 R \cdot (T_3 - T_2) =$$

$$= \sqrt{2} p_1 V_1 - 2 p_1 V_1$$

$$(3\sqrt{2} - 6) p_1 V_1 + A_{23} = p_1 V_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{23} = p_1 V_1 (u - 2\sqrt{2})$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (1 - 2^{1,5}) \cdot p_1 V_1 + A_{31} = 2,5 \sqrt{2} p_1 V_1$$

$$(\frac{3}{2} - 3\sqrt{2}) p_1 V_1 + A_{31} = 9,5 p_1 V_1 - 2,5 \cdot 2\sqrt{2} p_1 V_1$$

$$A_{31} = p_1 V_1 (9,5 - 2,5\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - 1,5) = p_1 V_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

$$\eta = \left(\frac{Q_{12}}{A_{12} + A_{23} + A_{31}} \right)^{-1} \left(\frac{6 p_1 V_1}{\frac{3}{2} p_1 V_1 + (4 - 2\sqrt{2}) p_1 V_1 + (1 - 2\sqrt{2}) p_1 V_1} \right)^{-1} = \left(\frac{6}{6,5 - 4\sqrt{2}} \right)^{-1} =$$

$$= \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6}.$$



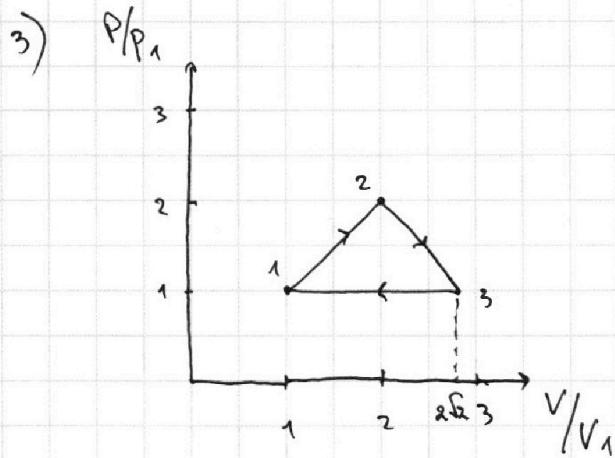
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!



Ответ: $A_{12} = \frac{3}{2} p_1 V_1 = 4986 \text{ Дж.}$; $\eta = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

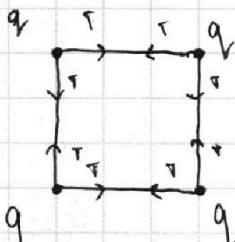
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

МФТИ

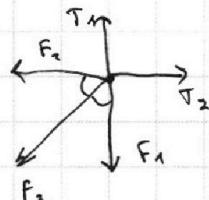


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №5.



1) Рассмотрим силы, действующие на нижний левый шарик. Заметим, что $F_1 = F_2$, $T_1 = T_2$, а сила F_3 направлена под 45° к вертикали. Тогда $T_1 = T_2 = F_1 + F_3 \cos 45^\circ = F_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_3$



$$F_{12} = \frac{q_r \cdot q}{b^2} \cdot k$$

$$F_3 = \frac{q_r \cdot q}{2b^2} \cdot k$$

~~$$F = \frac{q_r^2 k}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} \right)$$~~

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

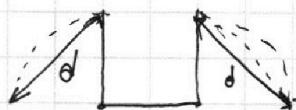
2) для верхних шариков:

$$m \frac{v^2}{b} = T$$

$$v^2 = \frac{(4+\sqrt{2}) \cdot q_r^2 \cdot k \cdot b}{4 \cdot m \cdot b^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{4+\sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q_r^2 k}{m \cdot b}}$$

3)



$$d = b\sqrt{2}$$

Ответ: $T = \frac{4+\sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q_r^2 k}{b^2}$; $v = \sqrt{\frac{4+\sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q_r^2 k}{m \cdot b}}$; $d = b\sqrt{2}$

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!

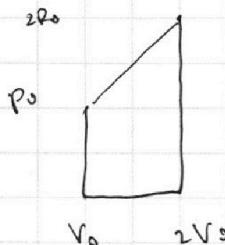
$$Q_{12} = 2RT(2\sqrt{2}-1)$$

$$Q_{23} = -0,5RT(\sqrt{2}(2\sqrt{2}-1))$$

$$Q_{31} = -0,5RT(2\sqrt{2}-1)$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{23}| + |Q_{31}|}{Q_{12}} = 1 - \frac{T_1 R (0,5(4-2\sqrt{2}) + 0,5(2\sqrt{2}-1))}{T_1 R (2\sqrt{2}-1)} =$$

$$= 1 - \frac{2-\sqrt{2} + \sqrt{2}-2,5}{4\sqrt{2}-2} = 1 - \frac{0,5}{4\sqrt{2}-2}$$



$$Q = \frac{3}{2} \cdot 3p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 4 = 6p_0 V_0.$$

$$2 \cdot R = \frac{6p_0 V_0}{400(2\sqrt{2}-1)}$$

$$Q = 2 \cdot 3,1 \cdot 400 (2\sqrt{2}-1) = 8 \cdot 3,1 \cdot (2\sqrt{2}-1)$$

$$p_1 V_1 = 8,31 \cdot 400 = \underline{33,24}.$$

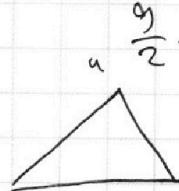
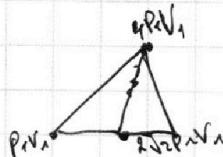
$$Q_{12} = 3p_1 V_1$$

$$\frac{9}{2}p_1 V_1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + A = \frac{9}{2}p_1 V_1 + K(p_1 V_1)$$

$$p_2 V_2 = 2RT_2 = 4 \cdot 400 \cdot 8,31 = 16 \cdot 8,31 = \underline{133,12} = 4p_1 V_1.$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 3p_1 V_1 + A \quad A = \frac{3}{2} p_1 V_1$$



$$\frac{9}{2} + k = (2\sqrt{2}-1) \cdot 2$$

$$4\sqrt{2} + k = 4\sqrt{2} - 2$$

$$k = 4\sqrt{2} - 6,5.$$

$$\begin{aligned} \frac{9}{2}p_1 V_1 + A &= \\ &= 2R \cdot (T_2 - T_1) \\ &= 2p_2 V_2 - 2p_1 V_1 \\ &= 6p_1 V_1 \end{aligned}$$

$$A = 1,5p_1 V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

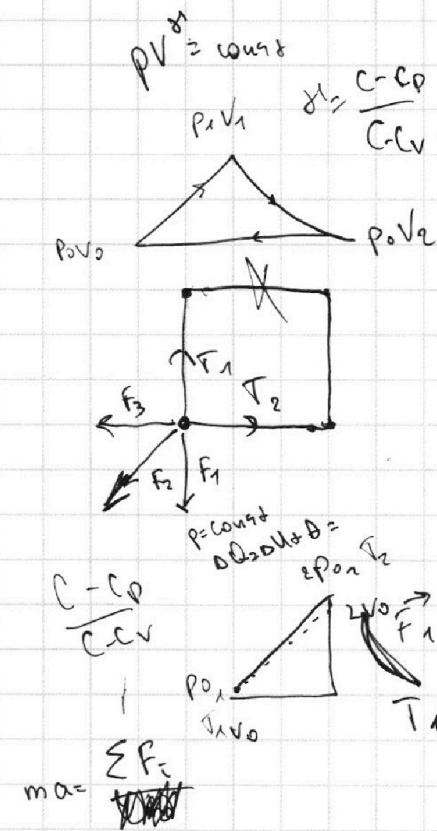
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$P: \text{const}$

$T \sqrt{V} = \text{const}$

$\Delta Q_{12} = 2R(2\sqrt{2}-1) =$

$A_{12} = P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} \frac{R}{\Delta T} =$

$Q = \frac{3}{2} \cdot 3P_0 V_0$

$F_1 = F_3 = \frac{q^2}{b^2} \cdot k$

$F_2 = \frac{q^2}{2b^2} \cdot k$

$\Delta Q = \frac{3}{2} \cdot \Delta P \cdot \Delta V = \frac{3}{2} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$

$\Delta T = T_2 - T_1 = F_1 + F_2 \sqrt{2} = \frac{q^2 k}{b^2} + \frac{q^2 k \sqrt{2}}{2b^2} = \frac{q^2 k}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

$Q = \frac{3}{2} \left(\Delta U + \Delta A\right) = \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2} \Delta P \Delta V + A\right)$

$R = \frac{q^2 k}{b^2}$

$a_1 T_1^2 = a_2 T_2^2 \quad P_{\text{ди}} = \text{const}$

$\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$

$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$

$C_{12} = 2R \quad \frac{\Delta Q_{12}}{T_2 - T_1} = 2R$

$C_{23} = 0.5R$

$C_{31} = 1.5R$

$a_2 t_2 = 2$

$t_2 = \frac{1}{3}$

$L_2 = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot 1}{9 \cdot 2} = \frac{1}{3} \text{ m.}$

$L = 4 \cdot 0.2 - \frac{10 \cdot 0.04}{2} = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ m.}$

$a_1 t_1 = 2 \text{ m.}$

$w t_1 = 2$

$t_1 = 0.2$

$$w \cdot (0.2 + \frac{1}{3}) - \frac{10 \cdot 0.04}{2} =$$

$$w \cdot \frac{6 \cdot 1}{9 \cdot 2} =$$

$$w \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{3} + 0.6.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

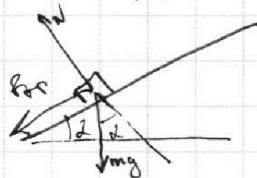
6

7

МФТИ



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



$$\mu \text{mg} \cos \alpha = f_{\text{up}}$$

$$mg \sin \alpha$$

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

$$T_0 = \frac{v_0^2}{a}$$

$$t = 0,16 \text{ s}$$

$$S = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} =$$

$$= 8,6 - 0,8 = 0,8 \text{ m.}$$

$$= 10 \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,2 \right) \rightarrow \omega^2 (c)$$

$$\alpha_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g (0,6 - 0,2) =$$

$$= 6 \text{ rad/s}^2$$

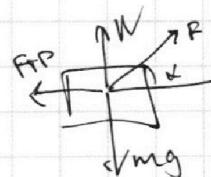
At

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

$$t^2 = \frac{0,4}{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15}$$

$$T_0 = \frac{\sqrt{15}}{15} + 0,4 \text{ c} = \frac{12 + \sqrt{15}}{30} = \frac{6 + \sqrt{15}}{15}.$$



$$f_{\text{up}} + N = mg$$

$$-MN + F \cos \alpha = ma$$

$$F - mg = ma$$

$$a = \frac{F - mg}{m} + \frac{f_{\text{up}}}{m}$$

$$\mu f_{\text{up}} + F \cos \alpha = F$$

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

$$F - mg = ma$$

$$a = \frac{F - mg}{m} = \frac{F}{m} - \frac{mg}{m}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - mg$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



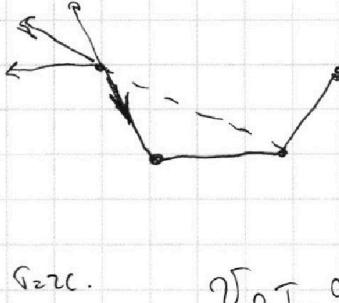
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

$$m \frac{v^2}{r} = \frac{u + \sqrt{2}}{u} \cdot \frac{q_r^2 k}{b^2}$$

$$g = \sqrt{\frac{u + \sqrt{2}}{u} \frac{q_r^2 k}{b^2 m}}$$

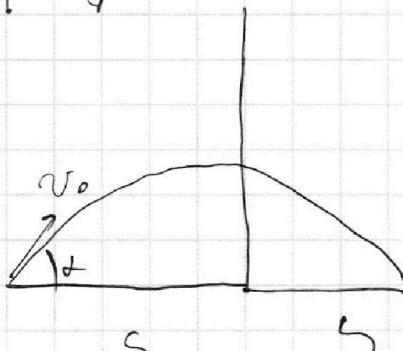


$$v_0 T - \frac{g r^2}{2} = H_{\max}$$

$$2v_0 T = 2g r^2$$

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

$$v_0 = 20 \text{ м/c.}$$



$$\frac{v_0^2}{g} - \frac{g v_0^2}{g^2 \cdot 2} = \frac{v_0^2}{2g} = H_{\max}$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{s}{2} \quad 1 - \sin^2 \alpha = \frac{s^2}{4} \quad \sin^2 \alpha = \frac{4 - s^2}{4}$$

$$2s = v_0 \cos \alpha t \quad 40 = 20 \cos \alpha t$$

$$\cos \alpha t = 2$$

$$\frac{t}{\sin \alpha} = u \quad t \cos \alpha = 2 \quad \frac{t \cos \alpha}{\sin \alpha} = 2 \quad H_{\max} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8} \quad \textcircled{1}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{2000 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{g / 400 v_0^2 \sin^2 \alpha}{8g} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8}$$

$$\frac{200 v_0 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = 2$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{8}{v_0}$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = 0,5$$

$$\sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,5$$

$$1 - \sin^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$4 \sin^2 \alpha - \sin^4 \alpha = 1$$

$$(2 \sin^2 \alpha - 1)^2 - 4 \sin^4 \alpha = 0.$$

$$(2 \sin^2 \alpha - 1)(2 \sin^2 \alpha + 2 \sin^4 \alpha - 1) \geq 0$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} \left(\frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha - 4}{4v_0^2 \sin^2 \alpha} \right) = \frac{v_0^2}{2g} \left(\frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha - 4g^2}{4v_0^2 \sin^2 \alpha} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} \left(\frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha - 4g^2}{4v_0^2 \sin^2 \alpha} \right) =$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{400 \cdot 1}{4 \cdot 40} = 20 \text{ M}$$