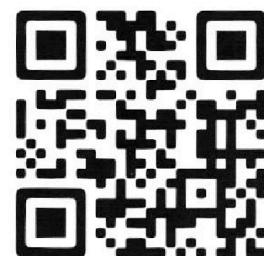




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

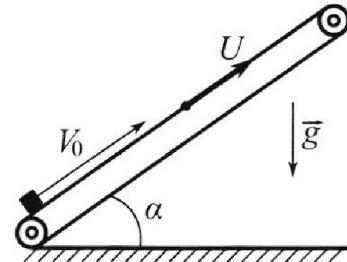
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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. Со противлением 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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 $S = 1 \text{ м}$?

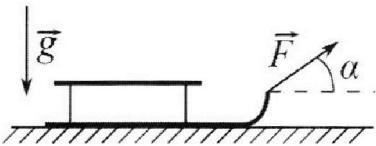
В втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

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.

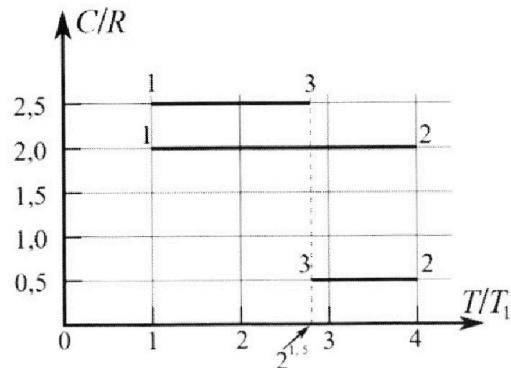
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

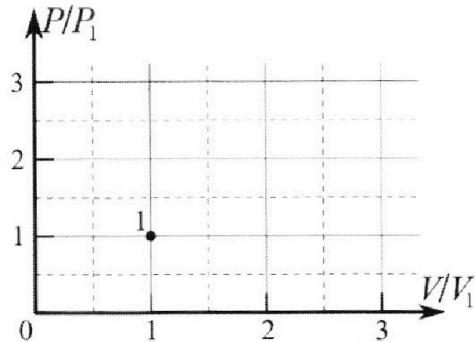


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

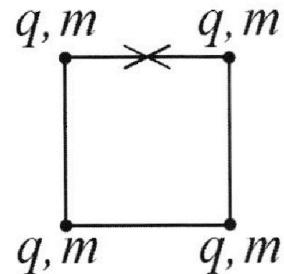
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

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

Дано:

Решение:

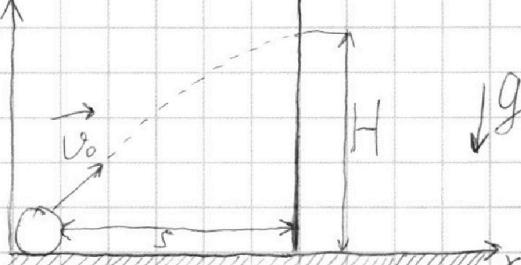
$T = 2C$

$S = 20m$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$V_0?$

$H?$

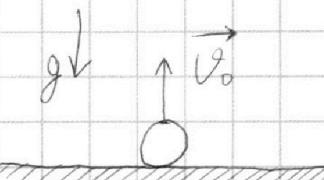
Н - максимальная высота, $Удар мяча о стенку$.

$-g = \frac{V_x - V_0}{T}$

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

$V_0 = gT$

$V_0 = 10 \frac{m}{c^2} \cdot 2C = 20 \frac{m}{c}$



$V_k = 0 \frac{m}{c}$
 V_k - скорость мяча на
максимальной высоте

 $V_{0x} = V_0 \cos \theta_0$, где V_{0x} - начальная скорость по Ox $V_{0y} = V_0 \sin \theta_0$, где V_{0y} - начальная скорость по Oy $g_x = 0$, где g_x - ускорение свободного падения по Ox $g_y = -g$, где g_y - ускорение свободного падения по Oy t - время полёта мяча при отсутствии стены $t = 2t_{\text{ног}}$, где $t_{\text{ног}}$ - время, за которое

шарик долетит до стены

$\begin{cases} 2S = V_{0x} t + \frac{g x t^2}{2} \\ 0 = V_{0y} t + \frac{g y t^2}{2} \end{cases}$

$\begin{cases} 2S = V_0 \cos \theta_0 t \\ 0 = V_0 \sin \theta_0 t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$

$\sin \theta_0 = \frac{gt}{2V_0}$

$\cos \theta_0 = \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4V_0^2}}$



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 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!

$$2S = V_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4V_0^2}} t;$$

$$4S^2 = V_0^2 \cdot \frac{4V_0^2 - g^2 t^2}{4V_0^2} \cdot t^2;$$

$$g^2 t^4 - 4V_0^2 t^2 + 16S^2 = 0;$$

$$t = 2\sqrt{2} C$$

$$S_{\text{max}} = \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 2\sqrt{2} C}{2 \cdot 20 \frac{m}{s^2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\angle 2 = 45^\circ$$

$$t_{\text{max}} = \frac{t}{2}$$

$$t_{\text{max}} = \sqrt{2} C$$

$$H = V_{0y} t_{\text{max}} + \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin 45^\circ t_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$H = 20 \frac{m}{s} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2} C - \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot (\sqrt{2} C)^2}{2} = 104$$

$$\text{Ответ: } 20 \frac{m}{s}; 104$$

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!

Дано:

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

$$V_0 = 4 \frac{m}{s}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$U = 2 \frac{m}{s}$$

T-?

L-?

H-?

Решение:

m - масса коробки

N - сила реакции опоры

F_{тр} - сила трения

a - ускорение коробки

$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{mg}$$

$$Ox: ma = -mg \sin \alpha - F_{тр}$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

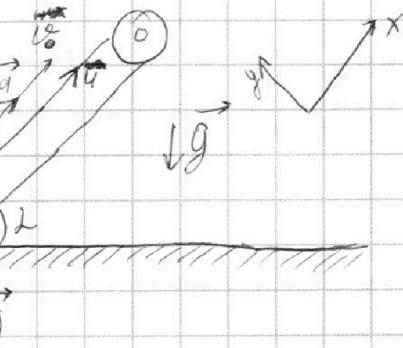
$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$a = -10 \frac{m}{s^2} (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = -10 \frac{m}{s^2}$$

$$S = V_0 T + \frac{a T^2}{2}$$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$\alpha < 0 \Rightarrow$ коробка не скатится $\mu \leq \tan \alpha = 0,8$

$$L = \frac{u^2 - v_0^2}{2a} = \frac{\left(2 \frac{m}{s}\right)^2 - \left(4 \frac{m}{s}\right)^2}{-20 \frac{m}{s^2}} = 0,64 \text{ м}$$

$$H = \frac{s_{12} \left(\left(0 \frac{m}{s}\right)^2 - \left(v_0 \frac{m}{s}\right)^2 \right)}{2a} = \frac{\left(0 \frac{m}{s}\right)^2 - \left(4 \frac{m}{s}\right)^2}{-20 \frac{m}{s^2}} \cdot 0,8 = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: kein max T; 0,64; 0,64 м



- 1 2 3 4 5 6 7

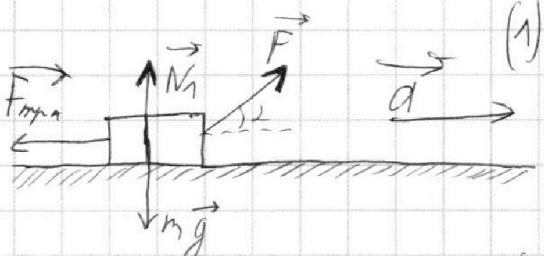
МФТИ

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

Дано: Решение:

V₀

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$$



L

F - сила, которая тянет

g

Силы

M?

N - силы предельного опора

T?

h_g - сила тяжести

F_{тр} - сила трения

$$(1) \text{Ox: } m\vec{a} = F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}$$

$$\text{Oy: } 0 = N_1 + F \sin \alpha - mg$$

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

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$m\vec{a} = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$(2) \text{ OX: } m\vec{a} = F - F_{\text{тр}2}$$

$$\text{Oy: } 0 = N_2 - mg$$

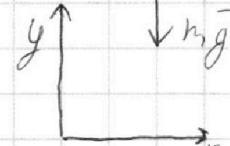
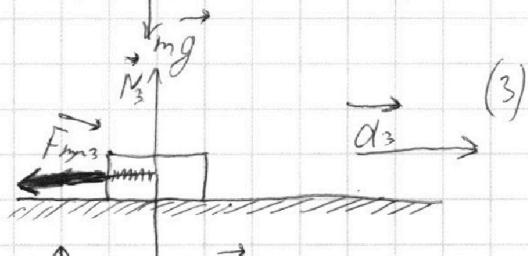
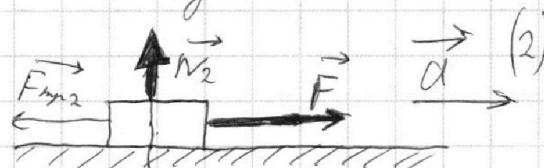
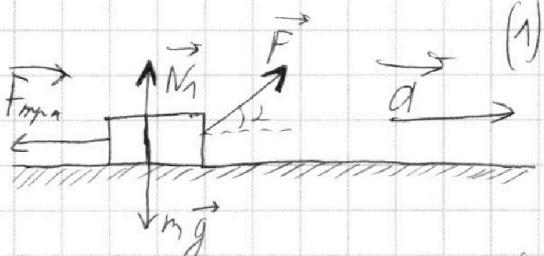
$$N_2 = mg \quad F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$m\vec{a} = F - \mu mg$$

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

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

$$(3) \quad m\vec{a}_3 = N_3 + mg + F_{\text{тр}3}$$





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!

$$Ox: m a_3 = -F_{mp3}$$

$$Oy: N_3 = mg$$

$$F_{mp3} = MN_3 = Mmg$$

$$m a_3 = -Mmg$$

$$a_3 = \frac{-V_0}{T}$$

$$\frac{-V_0}{T} = -Mg$$

$$T = \frac{V_0}{Mg} = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - C_8 \alpha) g}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1 - C_8 \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - C_8 \alpha) g}$$

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!

Дано:

$$V = 1 \text{ м}^3$$

$$T_1 = 900 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$A_{12} - ?$$

$$\eta - ?$$

Найти:

$$A_{12} = V \cdot 2R \cdot 3T_1 = 1 \text{ м}^3 \cdot 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 3 \cdot 900 \text{ K}$$

$$\approx 20000 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$$

$$Q_H = Q_{12} = V \cdot 2R \cdot 3T_1 = 6VRT_1$$

$$Q_X = |Q_{23} + Q_{31}|$$

$$Q_{23} = V \cdot 0,5R \cdot (2^{1,5}T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = V \cdot 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5}T_1)$$

$$\eta = \frac{6VRT_1 - VR(0,5(4T_1 - 2^{1,5}T_1) + 2,5(2^{1,5}T_1 - T_1))}{6VRT_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{6T_1 - 0,5T_1(4 - 2^{1,5}) - 2,5T_1(2^{1,5} - 1)}{6T_1} \cdot 100\%$$

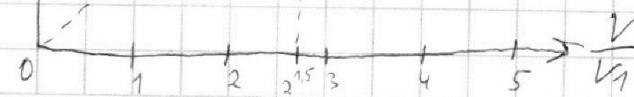
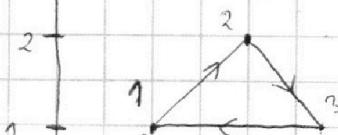
$$\eta = \left(1 - \frac{1}{12} \cdot 4 + \frac{1}{12} \cdot 2^{1,5} - \frac{5}{12} \cdot 2^{1,5} + \frac{5}{12}\right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(1 + \frac{1}{12} + 2^{1,5} \left(\frac{1}{12} - \frac{5}{12}\right)\right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(1 + \frac{1}{12} - 2^{1,5} \cdot \frac{1}{3}\right) \cdot 100\%$$

$$\text{Ответ: } 20000 \text{ Дж}; \left(\frac{13}{12} - \frac{2^{1,5}}{3}\right) \cdot 100\%$$

$$\frac{P}{P_1}$$





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

Dано:

Решение:

б) $ABCD$ - квадрат \Rightarrow

м) $\angle ACD = \angle 2 = 45^\circ$

г) F и F' - силы взаимо-
действия шариков

к) T ?

Между друг другом

$$\vec{m\ddot{a}} = \vec{T} + \vec{T} + \vec{F} + \vec{F} + \vec{F}'$$

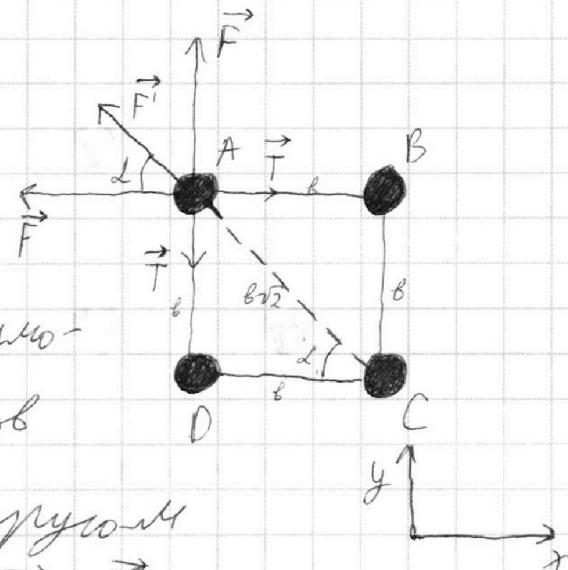
д)? $Ox: 0 = T - F - F' \cos 2$

$Oy: 0 = F + F' \sin 2 - T$

$$F = \frac{kq^2}{l^2}$$

$$F' = \frac{kq^2}{2l^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{l^2} + \frac{kq^2}{2l^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{l^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) \approx \frac{1,35kq^2}{l^2}$$



При каких равнодействующих все
силы между четырьмя шариками равны
нулю, ускорение системы шариков и
каждого шарика одновременно равно нулю.



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

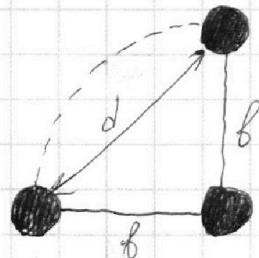
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Следовательно $\vartheta = 0 \frac{\pi}{6}$



по теореме Пифагора :

$$d^2 = 2b^2$$

$$d = b\sqrt{2} \approx 1,4b$$

Ответ: $\frac{1,35kg^2}{b^2}, 0 \frac{\pi}{6}; 1,4b$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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

Дано:

Решение:

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

$$m\ddot{a} = \vec{N} + \vec{F_{\text{тр}}} + \vec{mg}$$

$$V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$Ox: m\ddot{a} = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

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

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$S = 1 \text{ м}$$

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

$$U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$

$$T = ?$$

$$-m\ddot{a} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

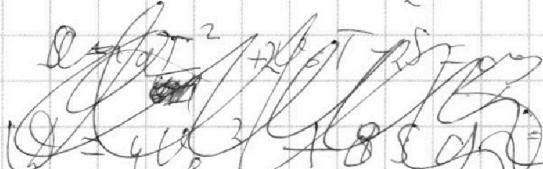
$$L = ?$$

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

$$H = ?$$

$$S = V_0 T + \frac{a T^2}{2}$$

$$a = -10 \left(0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right)$$



$$a = -10 \left(\frac{4}{5} + \frac{1}{5} \right) = -10$$

$$T = \frac{-210 + \sqrt{400 + 800}}{20} = -10$$

$$T = \frac{-144 + \sqrt{16 - 16 \cdot 10}}{-20} = -10$$

$$T = 4T - \frac{10T^2}{2}; 5T^2 - 8T + 2 = 0;$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0;$$

$$\Delta = 16 - 20 = -4$$

Корректно не проходит норма $S=1$

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 type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$$t^2 = \frac{2x \cdot 20^2 - \sqrt{164 \cdot 20^4 - x \cdot 10^2 \cdot 16 \cdot 20^2}}{2 \cdot 10^2}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 (4 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - 10 \cdot 10 \cdot 16)}}{10 \cdot 10}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 - \sqrt{2 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 2 \cdot 2 - 16)}}{2} =$$

$$= 8 - \sqrt{0} = 8$$

$$t = 2\sqrt{2} \text{ с}$$

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

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{t}{2}$$

$$\tan \alpha = \sqrt{2} \text{ с}$$

$$H = U_0 \sin \alpha t_{\text{avg}} - \frac{g t_{\text{avg}}^2}{2}$$

$$H = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2}$$

$$H = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

Ответ: $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 10 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) $T_0 = 20$

N1

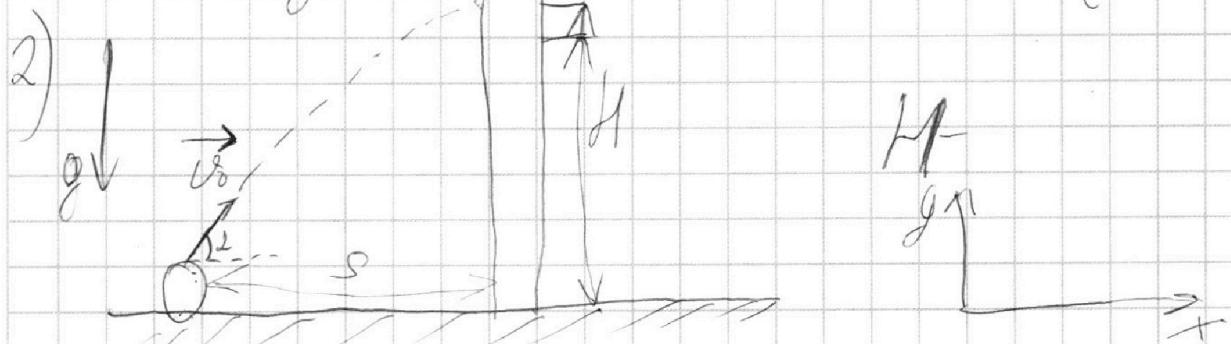


$$-g = \frac{V_0 - V_0}{T_0}$$

$$V_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

$$V_0 = gT \quad V_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha_0$$

$$g_x = 0$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha_0$$

$$g_y = -g$$

$$\begin{aligned} S &= V_0 x t + \frac{g x t^2}{2} \\ S &= V_0 \cos \alpha_0 t \end{aligned}$$

$$H = V_0 \sin \alpha_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H/V_0 \cos \alpha_0$$

$$t_{\text{max}} = \frac{t}{2}$$

$$2S = V_{0x} t + \frac{g x t^2}{2}$$

$$2S = V_0 \cos \alpha_0 t$$

$$t = \frac{2S}{V_0 \cos \alpha_0}$$

$$H = S \tan \alpha_0 - \frac{g t^2}{2}$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2S}{V_0 \cos \alpha_0} \cdot \frac{1}{2} = \frac{S}{V_0 \cos \alpha_0}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

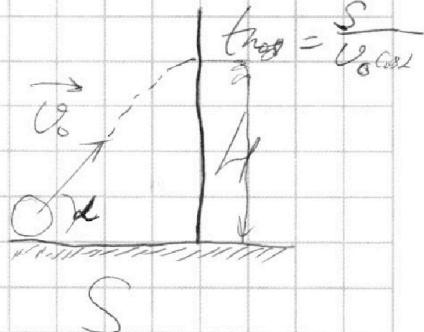
МФТИ.

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

$$H = V_0 y \tan \alpha + \frac{g y \tan^2}{2}$$

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

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



$$S = V_0 \cos \alpha t$$

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

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

$$\left. \begin{array}{l} S = V_0 \cos \alpha t + \frac{g x t^2}{2} \\ 0 = V_0 y t + \frac{g y t^2}{2} \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} S = V_0 \cos \alpha t \\ 0 = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{array} \right\}$$

$$V_0 \sin \alpha t = \frac{g t}{2};$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\sin \alpha = \frac{g t}{2 V_0}$$

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

$$2 S = V_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4 V_0^2}} t$$

$$2 S = V_0 \sqrt{\frac{4 V_0^2 - g^2 t^2}{4 V_0^2}} t$$

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

$$16 S^2 = 4 V_0^4 t^4 - g^2 t^4$$

$$g^2 t^4 - 4 V_0^2 t^2 + 16 S^2 = 0$$

$$\Delta = 16 V_0^4 - 4 \cdot g^2 \cdot 16 S^2$$

$$\left. \begin{array}{l} t^2 = \frac{4 V_0^2 - \sqrt{16 V_0^4 - 4 g^2 \cdot 16 S^2}}{2 g^2} \\ t^2 = \frac{4 V_0^2 + \sqrt{16 V_0^4 - 4 g^2 \cdot 16 S^2}}{2 g^2} \end{array} \right\}$$

$$t^2 = \frac{4 \cdot 20^2 - \sqrt{16 \cdot 20^4 - 4 \cdot 10^2 \cdot 16 S^2}}{2 \cdot 10^2}$$



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

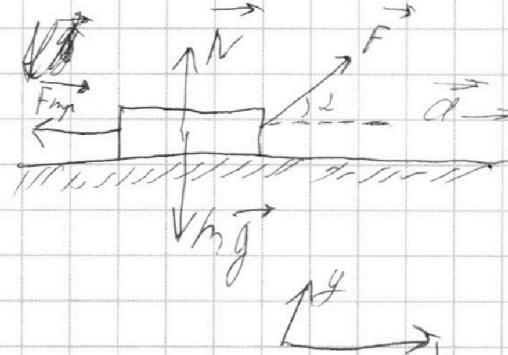
№3

Дано:

Решение:

 V_0

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{тр}}$$



L2

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} - \vec{F}_{\text{тр}}$$

g

$$\text{Og: } N = \mu g \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

m

$$F_{\text{тр}} = \mu N \quad N = \mu mg$$

M?

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} - \mu mg$$

T?

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$$

$$mV_0 = F_p \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{mV_0}{F_p}$$

$$\frac{\Delta V_0}{\Delta t} = \frac{V_0}{T} = \frac{F_p \cdot \sin \alpha}{m \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

Найдем $F_{\text{тр}} = \mu mg$

$$T = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$m\vec{a} = \vec{F} - \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$m\vec{a}_2 = \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$m\vec{a}_1 = \vec{F} - \mu mg$$

$$\alpha_2 = \frac{Mg}{T}$$

$$\alpha_2 = \frac{V_0}{T}$$

$$\frac{V_0}{T} = Mg$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} - \vec{F}_{\text{тр}} \\ 0 = N + F_{\text{тр}} \sin \alpha - mg \end{array} \right.$$

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

$$0 = N + F_{\text{тр}} \sin \alpha - mg$$

$$F_{\text{тр}} = M(g - F_{\text{тр}} \sin \alpha)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m\vec{a} = \vec{F} - \vec{F}_{\text{тр}} \\ F_{\text{тр}} = \mu mg \end{array} \right. \quad F - \mu mg = \vec{F}_{\text{тр}} - \mu \cdot \vec{a}$$

$$\alpha_2 = N = mg$$

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!

Б7008

N2

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 4 \\ \hline 144 \end{array}$$

2) определить α

$$L = \frac{U^2 - U_0^2}{2d} = \frac{4 - 16}{-20} = \frac{-12}{-20} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ Ампер} \cdot \frac{6}{10} = 0,36$$

$$3) S = \frac{(0,6)^2 - 0^2}{2d} = \frac{-16}{-20} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ Ампер} \cdot 0,36$$

$$\text{By } S_{\text{ши}} = \frac{11}{5}$$

$$\frac{S}{S_{\text{ши}}} = 4$$

$$H = S_{\text{ши}} = 0,8 \cdot \frac{11}{5} \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{9}{10} = \frac{36}{25} = 1,44 \text{ А}$$

Ответ: коробка не пройдет пункт $S=1\text{м}; 1,6\text{м}; 1,44\text{м}$

N9

$$1) A_{12} = \pi R \cdot 3T_1 = 1 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400k = 2400 \cdot 8,31 \approx 20k \text{ Дж}$$

$$2) \eta =$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 2400 \\ \hline 3324 \\ 1662 \\ \hline 199400 \end{array}$$

В N3 massa сарок известна.

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!

N5

b, m, g

$$\angle L = 45^\circ$$

0.

$$Ox: 0 = T - F_a - F_a' \cos L$$

$$Oy: 0 = F_a - T + F_a' \sin L$$

$$T = F_a + F_a' \cos L$$

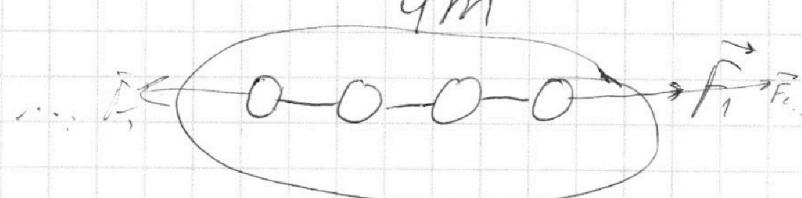
$$F_a = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_a' = \frac{kq^2}{2b^2}$$

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

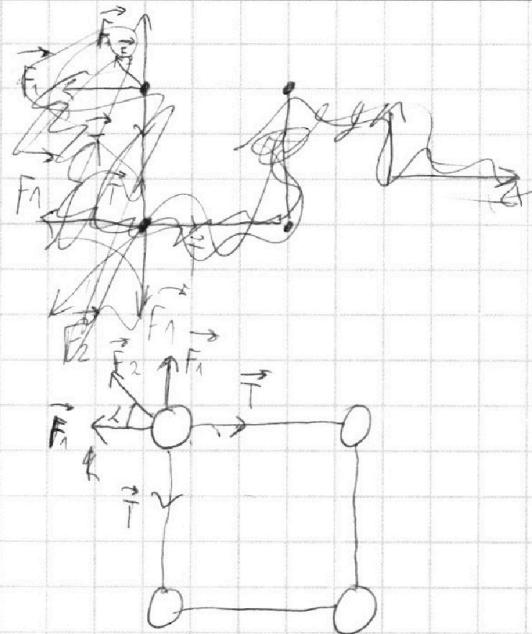
$$T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4} \right)$$

$$U = 0 \frac{M}{C}$$



Так как радиусы связей $b\sqrt{2}$
всегда меняются
шариками радиусом R между
затормозить радиус R нужно, ускоре-

$$1 - \frac{1}{12}$$



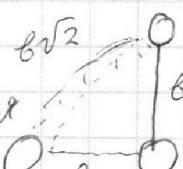
y↑ x→

$$\sqrt{b^2 + b^2} = \sqrt{2b^2} = b\sqrt{2}$$

$\frac{1}{2}\omega^2$
+

A

4m



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!

$$\begin{cases} ma = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \\ ma = F - Mg \end{cases}$$

2: 1,5

$$2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

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

1,5
2: 2, $\frac{2}{3} = \frac{8}{3}$

$$F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha = 0$$

2: 2, $\frac{2}{3} = \frac{8}{3}$

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

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

$$\begin{array}{r} 1,9 \\ \underline{+ 1,4} \\ \hline 3,3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,4 \\ \underline{+ 5,6} \\ \hline 7,0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,4 \\ \underline{+ 1,4} \\ \hline 2,8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,4 \\ \underline{+ 1,4} \\ \hline 2,8 \end{array}$$

$C = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$ma = -\mu mg$$

$$a = \frac{0 - V_0}{T}$$

$$Q = C \Delta t$$

$$a = -Mg$$

$$Q = C m \Delta t$$

$$-\frac{V_0}{T} = -\mu g$$

$$Q_{12} = C m \Delta t = 1,2 R \cdot 3 T_1$$

$$V_0 = T \mu g$$

$$Q_{23} = -V \cdot 0,5 R \cdot (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)$$

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

$$Q_{31} = \frac{V}{C} \cdot \frac{C}{m} = Q$$

$$1 + \frac{7}{10 \cdot 2} = \frac{20 + 7}{20} = \frac{27}{20} = 1,35$$

M

$$\eta = \frac{A_{\text{useful}}}{A_{\text{total}} Q_n} \cdot 100\% = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{6V R T_1 - (0,5 V R (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)) + V \cdot 2,5 R (2^{1,5} T_1 - T_1)}{6V R T_1}$$



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

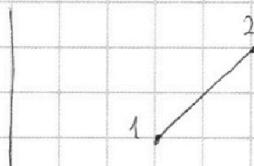
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$R = \frac{PV}{\delta T}$$

$$4 P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{V_1}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$



$$T_2 = 4 T_1$$

$$T_3 = 2^{1,5} T_1$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{4}{2^{1,5}}$$

$$T_3 = \frac{2^{1,5} T_2}{4}$$

$$T_2 = \frac{4 T_3}{2^{1,5}}$$

$$P_3 V_3 = \frac{2^{1,5} P_2 V_2}{4} = 2^{1,5} P_1 V_1$$



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 type="checkbox"/> |

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

 МФТИ