



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

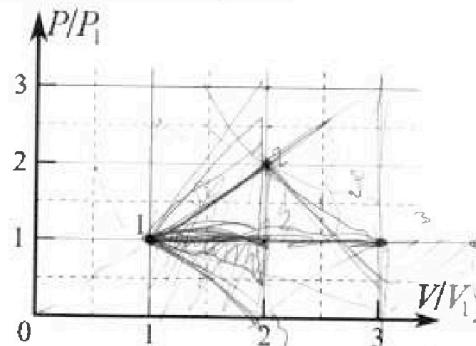
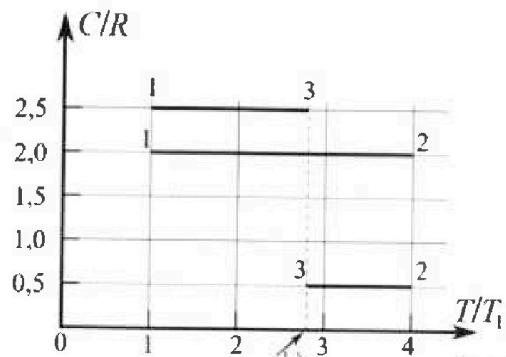
Вариант 10-01

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.

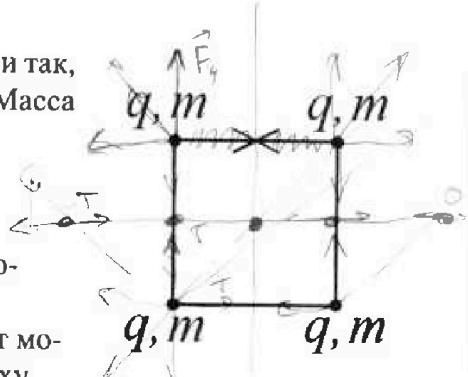


5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 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.

$$\begin{array}{r}
 \cancel{1,42} \\
 \times 1,42 \\
 \hline
 \cancel{1,42} \\
 + 56 \\
 \hline
 1,96 \quad \approx 1,9
 \end{array}$$

$$51 \sqrt{95} = 2\sqrt{95}$$

**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.

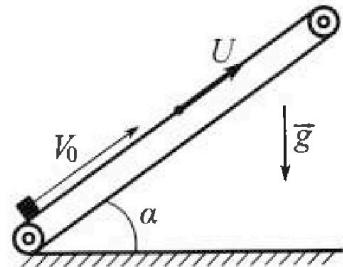
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча. 20 м/с

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? 55 м .

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 $S = 1 \text{ м}$? $0,6 \text{ с}$

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. μ

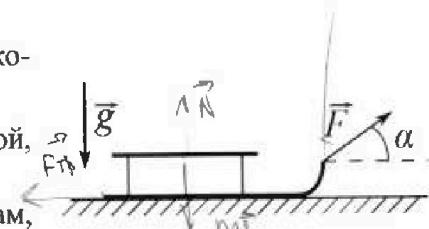
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



$$V_{\text{abs}} = V_{\text{отк}} + V_{\text{пер}}$$

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!

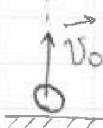
1)

1) Тело (в данном случае мяч) поднято на
максимальную высоту \Rightarrow вертик. составляющая
скорости = 0

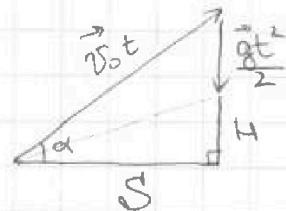
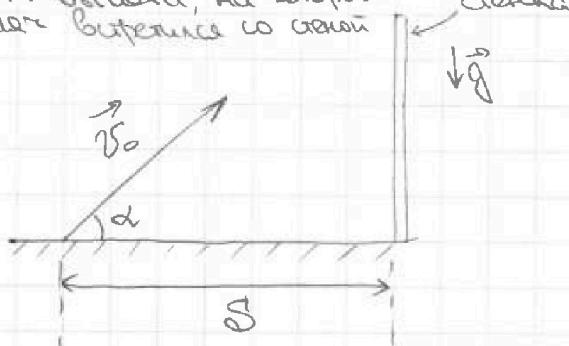
$$V_0 \cdot \sin \alpha - gT = 0, \text{ т.к. мяч достиг вертик. высоты} \Rightarrow \\ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

\vec{g}

$$V_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$



2) + брошен си началь погекта по вертикальной
H-высоте, на которой
шар возвращен со стенки



$$V_0 \cdot t \cdot \cos \alpha = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \alpha}$$

$$V_0 \cdot t \cdot \sin \alpha = \cancel{\frac{gt^2}{2}} + H \Rightarrow H = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = [t = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \alpha}] =$$

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

$$H = \underbrace{-\frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \tan^2 \alpha}_{\text{const}} + \underbrace{(S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2})}_{\text{const}} = \text{const}$$

т.е. получается график зависимости $H(\tan \alpha)$ -парабола,
вершина макс \Rightarrow макс. высота H при вершине
параболы

$$\text{вершина в } + \cdot \tan \alpha = \frac{V_0^2}{g S}$$

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"/> |

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

МФТИ

$$H\left(\frac{v_0^2}{gS}\right) = -\frac{8S^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{gS^2} + S \cdot \frac{v_0^2}{gS} - \frac{8S^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{8S^2}{2v_0^2} =$$
$$= \frac{3v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{3v_0^4 - g^2S^2}{2gv_0^2} = 55M$$

Ответ: 1) $v_0 = 20^{\text{m}}/\text{s}$
2) $H = 55M$



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!

2) Переходим в ω для левого транспортера

$$\omega \rightarrow \omega'$$

$$v_0' = v_0 + u$$

v_0' - нач. скорость коробки в ω'

$$v_0' = v_0 + u$$

$$v_0 \text{ n. i. } a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$L = \frac{v_0'^2 - u^2}{2a} = \frac{(v_0 + u - u)(v_0 + u + u)}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{v_0(v_0 + 2u)}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$= 1,6 \text{ m}$$

$$3) H = \frac{v_0'^2}{2a} \cdot \sin \alpha = \frac{(v_0 + u)^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \cdot \sin \alpha = 1,44 \text{ N}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = 0,6 \text{ c}$$

$$2) L = 1,6 \text{ m}$$

$$3) H = 1,44 \text{ N}$$



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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

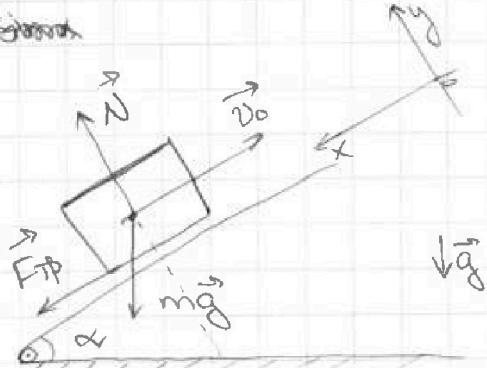
МФТИ

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

№2

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

Схема



Пусть масса коробки - m

№ 2 из Ньютона:

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

$$\begin{aligned} \text{Oy: } N - mg \cdot \cos \alpha &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow N &= mg \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

Т.к. тело скользит по поверхности $F_{\text{fr}} = \mu N = \mu mg \cdot \cos \alpha$

$$\text{Ox: } F_{\text{fr}} + mg \cdot \sin \alpha = ma$$

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

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

Движение прямолинейное $a = \text{const}$

Когда тело поднимется на высоту S_0
он пройдет путь $\star S_0$

$$S_0 = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,8 \text{ м}$$

$$S_0 < S \quad S_{\text{max}} = S_0 - (S - S_0) = 2S_0 - S = 0,6 \text{ м}$$

Также S' - расстояние от старта до момента,
когда тело достигнет ускорения 1 м

$$S' = V_0 t - \frac{a t^2}{2} \Rightarrow \frac{a t^2}{2} - V_0 t + S' = 0$$

+ время, за
которое тело
переместилось на S'

$$t = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2aS'}}{a} = \frac{4 \pm 2}{10} \text{ с. при } \mu = 0,2.$$

"минус"
не подходит,

так как
путь
последний момент
равен 0,6 м.

$$\text{таким образом } T = t_2 = 0,6 \text{ с.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

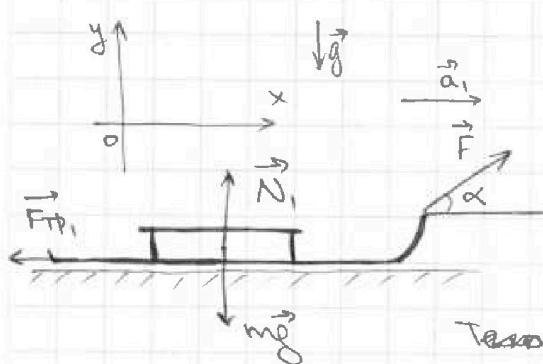
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

Nб

m - масса санок



No 2 з. Насколько:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{пр}1} + \vec{mg} + \vec{F} = m\vec{a}_1$$

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

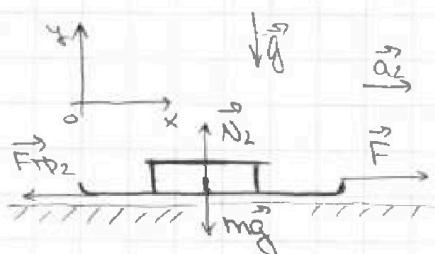
тако

Быстро санки скользят:

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

$$\text{Ox}: F \cdot \cos \alpha - F_{\text{пр}1} = ma_1,$$

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



$$\vec{N}_2 + \vec{F}_{\text{пр}2} + \vec{F} + \vec{mg} = m\vec{a}_2$$

$$\text{Oд}: N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg$$

Санки скользят $\Rightarrow F_{\text{пр}2} = \mu N_2 = \mu mg$

$$\text{Ox}: F - F_{\text{пр}2} = ma_2$$

$$\frac{F}{m} - \mu g = a_2$$

Т.к. санки в первом и во втором случае из состояния покоя разгоняются до скорости v_0 за одинаковое время $\Rightarrow a_1 = a_2$

$$\frac{F}{m} \cdot \cos \alpha - \mu g + \mu \frac{F}{m} \cdot \sin \alpha = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha - 1) = 0$$

$$\text{Т.к. } \frac{F}{m} \neq 0 \Rightarrow \cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha - 1 = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

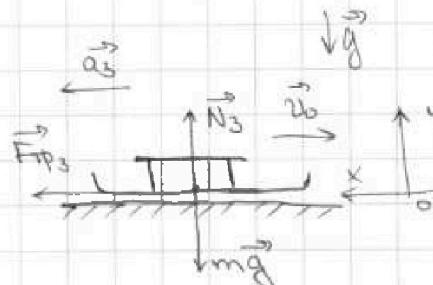
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$\text{Po 2 з. Ньютона: } \vec{F}_{1P3} + mg + \vec{N}_3 = m\vec{a}_3$$

$$\text{Oд.: } N_3 - mg = 0 \Rightarrow N_3 = mg$$

$$F_{1P3} = \mu N_3 = \mu mg \quad (\text{самая скользкая фаза остановки})$$

$$\text{Ox: } F_{1P3} = m a_y \Rightarrow a_y = \mu g = \frac{l \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} g$$

$$-v_0 + a_y T = 0 \Rightarrow T = \frac{v_0}{a_y} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{(l \cdot \cos \alpha) g}$$

$$\text{Ошибки: 1) } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

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!

№4

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \Rightarrow A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = C_{12} \Delta T_{12} - \frac{1}{2} \Delta R \cdot \Delta T_{12}$$

$$\Leftrightarrow 2R \cdot (4T_1 - T_1) + \frac{3}{2} \Delta R (4T_1 - T_1) = \frac{1}{2} R \cdot 3\Delta T_{12} = 4986 \text{ Дж}$$
$$A_{12} = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}}$$

Из чертежа видно, что рабочий цикл в порядке $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$:
 $T \uparrow$ | \Rightarrow
 $T \downarrow$
 $T \downarrow$

$$\Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$Q_{23} < 0$$

$$Q_{31} < 0$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - (Q_{23} + Q_{31})}{Q_{12}} = 1 - \frac{|Q_{23} + Q_{31}|}{Q_{12}}$$

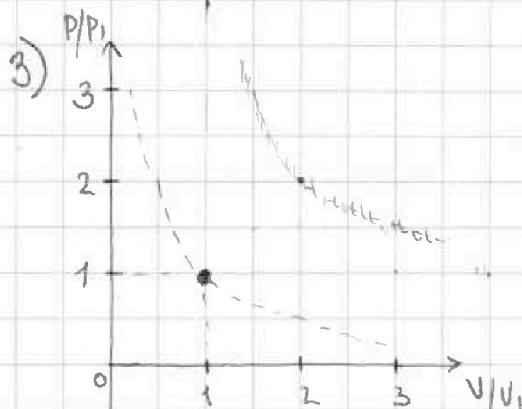
$$Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} \cdot \sqrt{ } = 2R \cdot (4T_1 - T_1) \cdot \sqrt{ }$$

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

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} \cdot \sqrt{ } = 2,5R (T_1 - 2^{1,5}T_1) \cdot \sqrt{ }$$

$$\eta = 1 - \frac{|0,5(2^{1,5}-4) + 2,5(1-2^{1,5})|}{2 \cdot 3} \quad \Leftrightarrow 0,825$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{|0,5 \cdot 2^{1,5} + 0,5 - 2,5 \cdot 2^{1,5}|}{2 \cdot 3} = 1 - \frac{2^{2,5} - 0,5}{2 \cdot 3} \approx 1 - 0,85 = 0,15$$



Задача №4
 $P_1V_1 = \Delta RT_1$

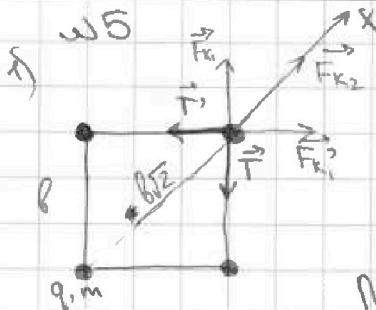
$$P_2V_2 = \Delta RT_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{4}$$

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



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



В силу симметрии
все силы натяжения или
сжатия одинаковые по модулю для всех
углов

№ 2 з. Ньютона $\vec{T} + \vec{T}' + \vec{F}_{k_1} + \vec{F}_{k_2} = \vec{0}$

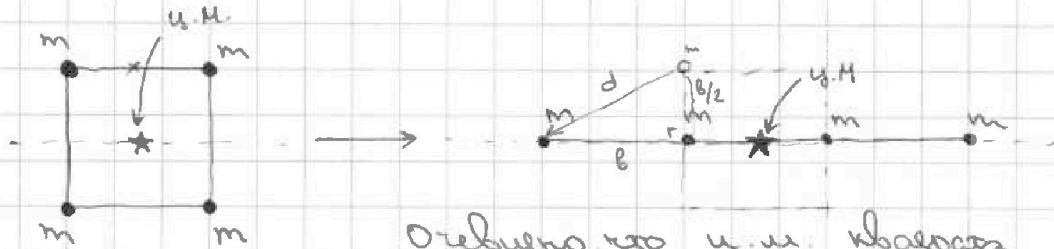
$$\begin{aligned} T &= T' \\ F_{k_1} &= F_{k_2} \quad (\text{в силу симметрии}) \end{aligned}$$

$$0x: F_{k_1} \frac{kq^2}{B\sqrt{2}} + kq^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{6} = T \cdot \sqrt{2}$$

~~$$\frac{kq^2}{B\sqrt{2}} \frac{1}{6} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2} \right) = T \cdot \sqrt{2}$$~~

$$\frac{3kq^2}{B\sqrt{2}} = T \cdot \sqrt{2} \Rightarrow T = \frac{3kq^2}{2B}$$

2) по т. о физ. чласс т.к. сумма внешних
сил не изменилась (так же равна нулю),
то чласс не сдвигался



Очевидно что ц.м. колесика
находится в его первоначальном

~~$$3) d = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + B^2} = \cancel{B\sqrt{\frac{5}{4}}} + \frac{B\sqrt{5}}{2}$$~~

~~$$1) T = \frac{3kq^2}{2B}$$~~

~~$$2) d = \frac{B\sqrt{5}}{2}$$~~

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

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

 МФТИ



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!

$$|A_{23}| = |C_{23} \Delta T_{23} \cdot \nu - \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23}| = T_1 (4 - 2^{1/2}) \nu \cdot R \approx 1.2 T_1 \nu R$$

$$A_{12} = 1.5 T_1 \nu R \quad (\text{аналогично } A_{23})$$

$$|A_{31}| = 1.8 T_1 \nu R$$

A₂₂

$$\cancel{\star} \frac{|A_{23}| + |A_{31}|}{2} = A_{22}$$

$$4 \nu V_1 = 2 \nu P_2 V_2$$

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!

34

Tension current = ~~Q~~ Q

Q = C · T

$$\Delta U = A_2 \cdot Q = A_2 \cdot C \cdot T = C \cdot A_2 \cdot T$$

$$R = \frac{\Delta U}{\text{напряжение}}$$

$$\gamma = 1 \text{ нано}$$

~~3~~
~~2~~

$$\Delta U = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T$$

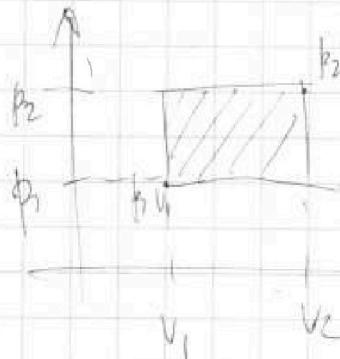
$$C_p = C_v / \gamma$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T$$

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1$$

$$P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

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



$$(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$$

$$= 1200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 8,31 = 600 \cdot 8,31$$

$$1200 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 8,31 - \frac{1}{2} \cdot 8,31) =$$

$$\Delta U_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = C_v T_2 - \frac{1}{2} \gamma R \Delta T = \Delta T (C_v - \frac{1}{2} \gamma R)$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - Q_{23}}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} - Q_{31} - Q_{23}}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{31} + Q_{23}}{Q_{12}}$$

$$= 1 - \frac{C_v T_{11} + C_{23} \cdot \Delta T_{23}}{C_{12} \cdot \Delta T_{12}} = 1 - \frac{2,5 \cdot R \cdot (2^{1,5} - 1) + 0,5 \cdot R \cdot 4 \cdot 1,5}{2 \cdot 8,31}$$

$$1200 \cdot 1 = 600$$

$$600 \cdot 1 =$$

$$600 \cdot 8,31 = \frac{1}{2} \cdot 8,31 \cdot 6 = \frac{49,86}{6}$$

$$= 1 - \frac{2,5(2^{1,5} - 1) + 0,5(4 \cdot 1,5)}{2 \cdot 8,31} =$$

$$= 1 - \frac{2,5 \cdot 2^{1,5} - 2,5 + 2 - 0,5 \cdot 2^{1,5}}{2 \cdot 8,31} =$$

$$= 1 - \frac{0,5 \cdot 2^{1,5} (2,5 - 0,5) - 0,5}{2 \cdot 8,31} =$$

$$= 1 - \frac{2^{2,5} - 0,5}{2 \cdot 8,31} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.



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

$$V = V_0 + U$$

$$(V_0 + U) - at = U$$

Задача

$$V_0 + U$$

$$V_0 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = 2 \text{ с}$$

$$L = \frac{V_0 + U + U}{2} \cdot t = \\ = 8 \text{ м}$$

задача №3

$$mg = N + F \cdot \sin \alpha \Rightarrow N = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$\begin{array}{c} F \\ \parallel \\ m g \end{array} \rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu (mg - F \cdot \sin \alpha)$$

$$\begin{array}{c} F \\ \parallel \\ m \\ g \end{array}$$

$$\begin{array}{c} F \\ \parallel \\ m \\ g \end{array} \rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$\begin{array}{c} F_{\text{тр}} \\ \parallel \\ m \\ g \end{array} \rightarrow \frac{F \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}}}{m} = \mu \cdot E \cdot \sin \alpha \\ = \frac{F}{m} \cdot \cos \alpha - \mu g + \frac{F \cdot \cos \alpha}{m}$$

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

$$\frac{F}{m} - \mu g = \frac{F}{m} \cdot \cos \alpha - \mu g + \mu \cdot \frac{F}{m} \cdot \sin \alpha \quad \alpha_1 = \alpha_2$$

$$\left(\frac{F}{m} \right) (1 - \cos \alpha + \mu \sin \alpha) = 0 \quad \text{as } \frac{F - F_{\text{тр}}}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\begin{array}{l} \frac{F}{m} - \mu g = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g \\ \mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \mu \sin \alpha = \frac{\cos \alpha - 1}{\sin \alpha} \\ \sin \alpha = \frac{\cos \alpha - 1}{\mu} \end{array}$$

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

$$2) \quad g$$

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

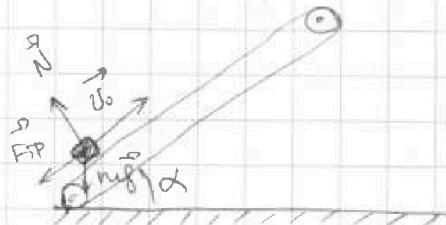
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \omega s \alpha = 0,6 \omega$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

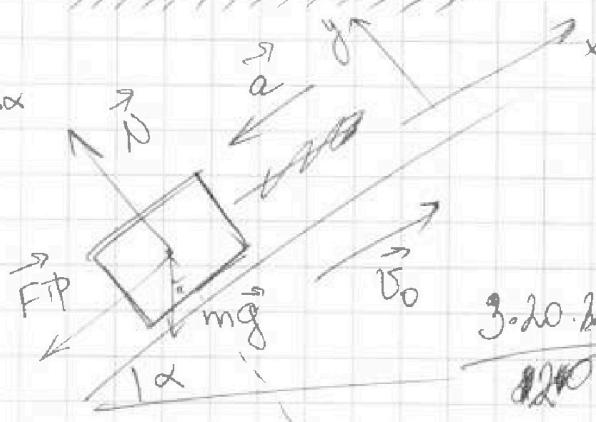
$$\mu = 1/3$$



$$\textcircled{1} F_{\text{FP}} = \mu N = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

но $\alpha > \arctan \mu$

тогда



$$\frac{3 \cdot 20 \cdot 20}{820} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20}$$

$$= 3,20 - 5 = 55 \text{ м}$$

$$Ox: -ma = -F_{\text{FP}} - mg \cdot \sin \alpha$$

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

$$a = \mu g \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha$$

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

отсюда

$$v_0 = at$$

$$v_0 = g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_0}{g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

№3
ко

Движение равнозамедленное
(задача движущаяся)

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

$$S_{\text{задача}} = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

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

$$t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2as}}{a}$$

$$20 \cdot 0,6 =$$

$$= 2 \cdot 6 = 12$$

$$= 4 \pm \sqrt{16 - 2 \cdot 10 \cdot 0,6}$$

$$= \frac{4 \pm \sqrt{16 - 12}}{10} = \frac{4 \pm 2}{10} = \frac{4+2}{10} = 0,6 \text{ с.}$$

Однако

0,6 с.

=

$$\frac{1}{10} \cdot \frac{9}{5} \cdot \frac{8}{10} = \frac{36}{25} \cdot 4 = \frac{144}{100} = 1,44$$

$$\frac{4}{4+1} = \frac{4}{5} \text{ м.}$$

$$S_{\text{задача}} = \frac{v_0^2}{2a} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)} =$$

$$= \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} =$$

$$= 0,8 \text{ м}$$

0,9

0,36
20

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!

ω1

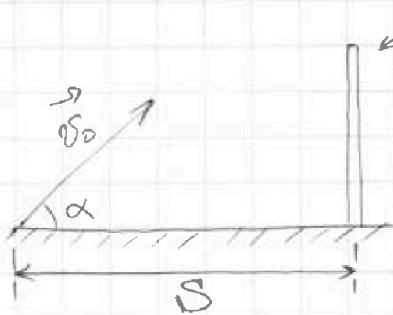
$$T = 2c \\ S = 20 \text{ N}$$

Когда мяч поднимается на
максимальную высоту

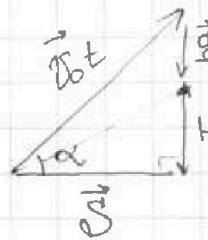
V_0, H_{\max}

~~$V_0 = gT = 20^{\text{н/c}}$~~

$$\frac{3 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 - 0 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 20} =$$



$$\vec{g}$$



$$\frac{3 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 - 10 \cdot 10}{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 20} =$$

$$\frac{3 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 10}{2 \cdot 10} =$$

$$\frac{110}{2} = 55 \text{ m}$$

$H \rightarrow \max$

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

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

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

$$H \approx V_0 \cdot \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \cdot \sin \alpha$$

~~$S \cdot \tan \alpha = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \cdot H$~~

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

$$S \cdot \tan \alpha =$$

$$= \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} + H$$

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

?

~~$\frac{gS^2}{2V_0^2} (tg^2 \alpha + 1) - S \cdot \tan \alpha + H = 0$~~

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

$$H (tg^2 \alpha + 1)^{-1/2}$$

$$\frac{S}{\frac{gS^2}{2V_0^2}} = \frac{2V_0^2}{gS}$$

шарик висит
на конке вертикально
вниз макс
затемение в верхнюю

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

$$H = - \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \frac{4V_0^4}{g^2 S^2} + S \cdot \frac{2V_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2V_0^2} = \frac{2V_0^2}{g} + \frac{2V_0^2}{3} - \frac{gS^2}{2V_0^2} = \frac{4V_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2V_0^2}$$

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"/> |

МФТИ

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

ω4

$$T_2 = 4T_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{P_2 V_2}{4} \quad \frac{P_2 V_2}{4} \cdot \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{P_3 V_3}{T_3} \Rightarrow P_1 V_1 = \frac{P_3 V_3}{2^{1/5}}$$

$$\frac{P_2 V_2}{4} = \frac{P_3 V_3}{2^{1/5}}$$

$$S = \frac{V_0 + V}{2^2} + \frac{V_0 - V}{2^2}$$

$$4 P_1 V_1 = P_2 V_2$$

2^{1/5}

$$t = \frac{V_b - V}{2^{1/5} a}$$

2

$$2^2 + 2^{2/5} \\ 2^{2/5} \\ = 2^{1/5}$$

OK

$$A_{23} =$$

$$-C_{23} \Delta T_{23} \cdot \nabla - \frac{1}{2} \nabla R \cdot \Delta T_{23} =$$

$$= Q_{SR} \cdot T_1 \Delta T_{23} (4 - 2^{1/5}) - \frac{3}{2} Q_{SR} \Delta T_{23}$$

$$\Delta T_{23} \cdot \nabla (C_{23} - \frac{1}{2} R) =$$

$$= T_1 (4 - 2^{1/5}) \cdot \nabla (Q_{SR} - \frac{3}{2} R) =$$

OK

$$2^{1/4} = U^{-2/8} \\ 2^{1/3} = U^{-1/2} \\ 2^{1/2} = U^{-1/8}$$

$$= T_1 \cdot 2^{1/5} \cdot R \cdot \nabla$$

$$1,2 \cdot 400 \text{ m}^3 \\ 1,2 \cdot 400 \\ 1,2 \cdot 3,400 \\ \frac{1}{2} \cdot 3,400 \\ 1,5 \cdot 400$$

$$A_{2P} A_{3I}$$

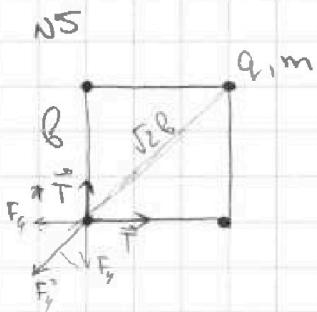
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



\vec{F}_k В шестнадцатом письменном
 $\sqrt{2} \vec{F}_k$ → Все начало единичное

$$\frac{kq^2}{\sqrt{2}} \quad k \frac{q^2}{b}$$

$$\begin{aligned} & \frac{kq^2 \sqrt{2}}{b} + k \frac{q^2}{b} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \\ & = \frac{kq^2}{b} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{3}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

$$T \cdot \sqrt{2} = \frac{kq^2 \cdot 3}{b \sqrt{2}} \Rightarrow T = \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3kq^2}{2b}$$

но это не так





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!



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