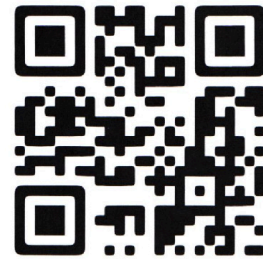




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

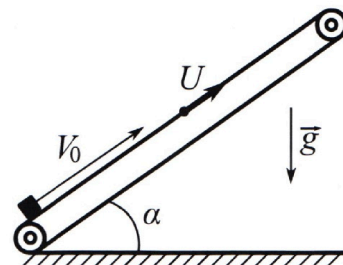
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



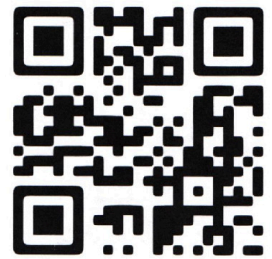
1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



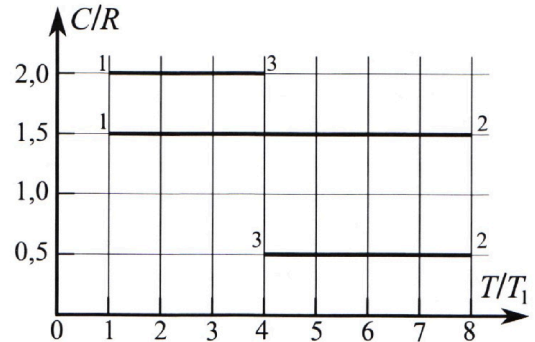
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

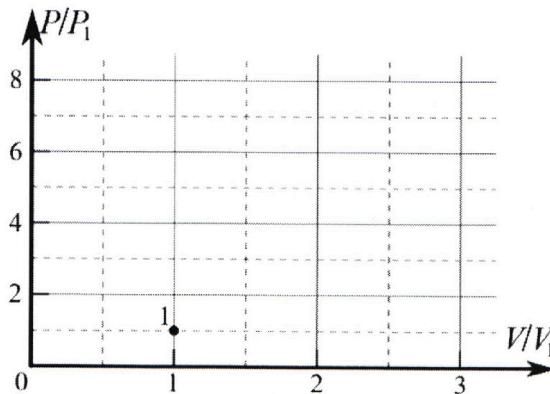


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

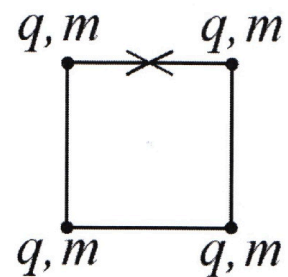
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .



- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K 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 сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . 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

МФТИ

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

1) (продолжение)

4) угол α : (такой α) максимальная высота будет достигаться при v_y (проекция v_0 на Oy) = 0 т.к. на $[0; \alpha]$ при увеличении угла будет сходиться к α на $[\alpha; \frac{\pi}{2}]$ при уменьшении угла будет тоже сходиться к α

5) $v_y(t) = \sin \alpha v_0 - gt$; $\sin \alpha v_0 - gt_c = 0$ (t_c - время столкновения)
 $(t_c = \frac{\sin \alpha v_0}{g})$ (1)

6) $y(t) = \sin \alpha v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$; $\frac{\sin^2 \alpha v_0^2}{g} - \frac{\sin^2 \alpha v_0^2}{2g} = H$;
 $\frac{\sin^2 \alpha v_0^2}{2g} = H$; $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$

7) $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}$

8) $x(t_c) = \cos \alpha v_0 t_c = \cos \alpha v_0 \cdot \frac{\sin \alpha v_0}{g} = S$

$S = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} \cdot \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0} v_0^2 = \frac{\sqrt{2gH} \cdot \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{g}$

$S = \frac{\sqrt{2 \cdot 36} \cdot \sqrt{200 - 72}}{10} = \frac{6\sqrt{2} \cdot \sqrt{128}}{10} = \frac{6 \cdot \sqrt{2} \cdot 2^3 \sqrt{2}}{10} = \frac{6 \cdot 8 \cdot 2}{10}$

$S = 9,6 \text{ м}$

Ответ: 1) $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$ 2) $S = 9,6 \text{ м}$

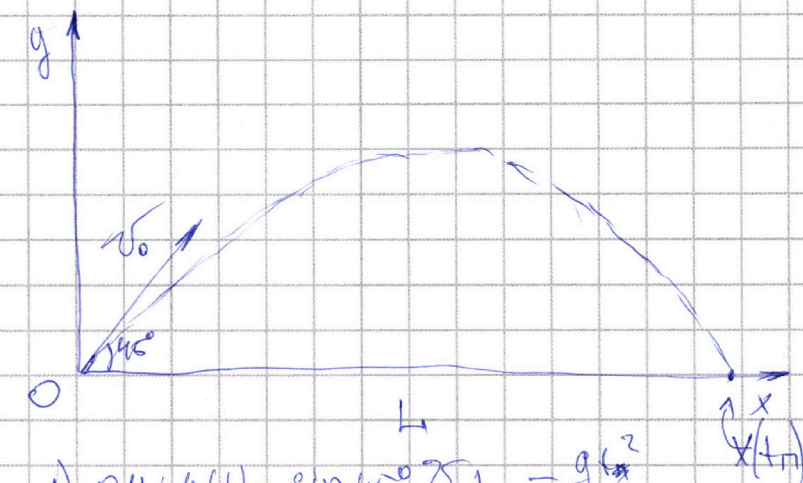
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$1) \text{ OY: } y(t) = \sin 45^\circ v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\text{OX: } x(t) = \cos 45^\circ v_0 t$$

$$2) \int_0^L \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 0$$

$$L = \frac{g t^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{2L}{g}} = t_n$$

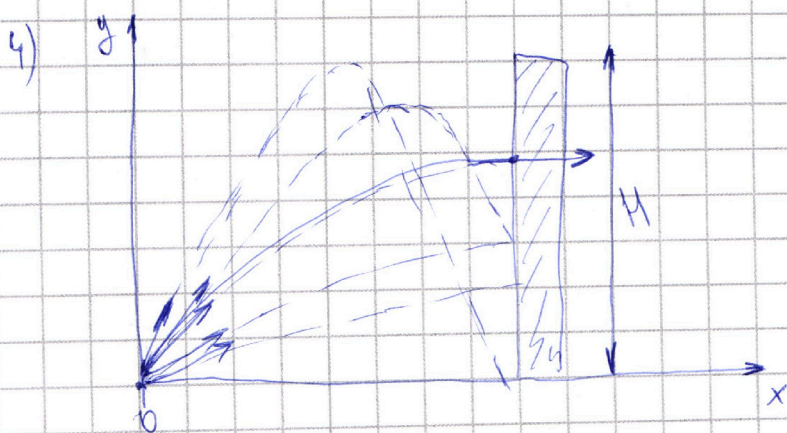
$$\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_n = L$$

$$3) \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_n = L ; \sqrt{\frac{2L}{g}} = t_n$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \frac{\sqrt{2L}}{\sqrt{g}} = L$$

$$v_0 = \sqrt{Lg}$$

$$v_0 = \sqrt{Lg} ; v_0 = \sqrt{20 \cdot 10} = \underline{10\sqrt{2} \text{ м/с}}$$



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

2) (продолжение)

$$1) x(t) = -\frac{2}{2}t^2$$

$$x(t_2) = -\frac{1}{4} \text{ м}$$

$$2) L = x(t) + x_2(t) = \frac{5}{4} - \frac{1}{4} = \underline{1 \text{ м}}$$

Ответ: 1) $L = 1,96 \text{ м}$ 2) $T_1 = 0,5 \text{ с}$ 3) $L = 1 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

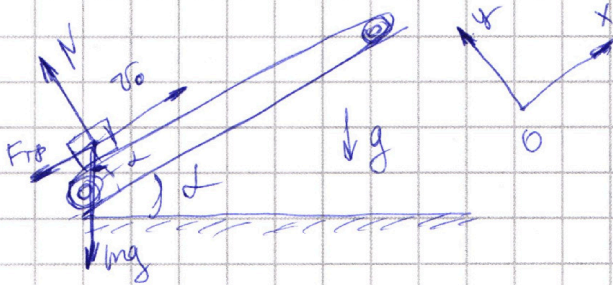
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) Лента покоится



1) Сумм по oy : $0 = N - \cos \alpha mg$; $\cos \alpha mg = N$

Сумм по ox : $ma = -F_{тр} - \sin \alpha mg$

2) $\sin \alpha = 0,6$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$

$ma = -\mu N - \sin \alpha mg$

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

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

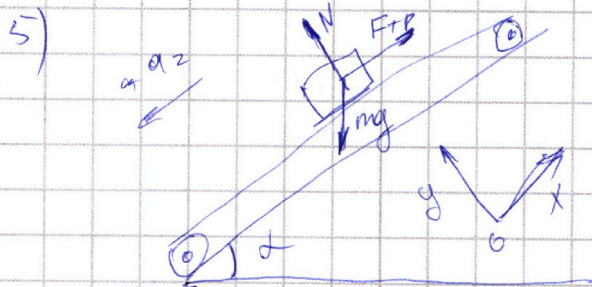
$a = -10 \left(0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = -4 - 6 = -10 \text{ м/с}^2$

3) Т.к. замедление $|a| = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow v_0 = 6 \text{ м/с}$, то брусок остановится за $T = 1 \text{ с}$

$v_x(t) = 6 - at = 0$

$t = \frac{6}{10} \text{ с}$

4) $x(t) = 6t - \frac{10}{2} \frac{36}{10 \cdot 10} = \frac{36}{10} - \frac{36}{10} = \frac{18}{10} \text{ м} = 1,8 \text{ м}$



oy : $0 = N - \cos \alpha mg$; $N = \cos \alpha mg$

ox : $-ma_2 = -\sin \alpha mg + F_{тр}$

$-ma_2 = -\sin \alpha mg + \mu mg \cos \alpha$

$a_2 = 6 - 4 = 2 \text{ м/с}^2$

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

② (продолжение)

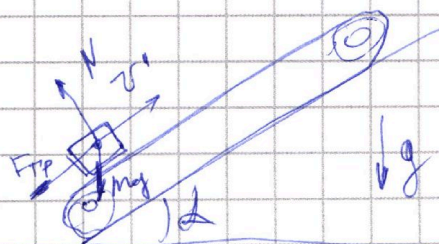
6) $v_x(t) = +2t$ (т.к. считаем нуль, а не перемену
берем знак "+")

$$x(t) = \frac{2t^2}{2} = t^2 \quad t = 1 - \frac{6}{10} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$x(0,4) = \underline{0,16 \text{ м}}$$

$$7) \underline{S} = S_1 + S_2 = 1,8 + 0,16 = \underline{1,96 \text{ м}}$$

Второй опыт: Переход в систему лент; $\vec{v}' = \vec{v}_0 - \vec{u}$



$$v_1 = 5 \text{ м/с}$$

, тогда задача становится
аналогична предыдущей

исковая
скорость $u = 1 \text{ м/с} \rightarrow u' = 0 \text{ м/с}$ т.е. нужно найти

T_1 - остановка

8) (из 1) $a = 10 \text{ м/с}^2$

$$v_x(t) = 5 - 10t \quad v_x(t_1) = 5 - 10t_1 = 0 \quad ; \quad T_1 = 0,5 \text{ с}$$

$$9) x(t) = 5t - \frac{10}{2}t^2 \quad x(t_1) = 5 \cdot \frac{1}{2} - \frac{10}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{4} \text{ м}$$

10) (из 5) $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

$$u_1 = 0 \text{ м/с} \Rightarrow u_1' = -1 \text{ м/с}$$

$$v_x(t) = -2t$$

$$-2t_2 = -1 \quad t_2 = 0,5 \text{ с}$$

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!

③ Проект 2

$$(\text{из 3}) \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$4) K = A_{\text{тр}} (3 \text{ из 1})$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S = \mu mg \cdot S = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} mg S$$

$$K = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} mg \cdot S$$

$$S = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ 2) $S = \frac{K \cdot \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

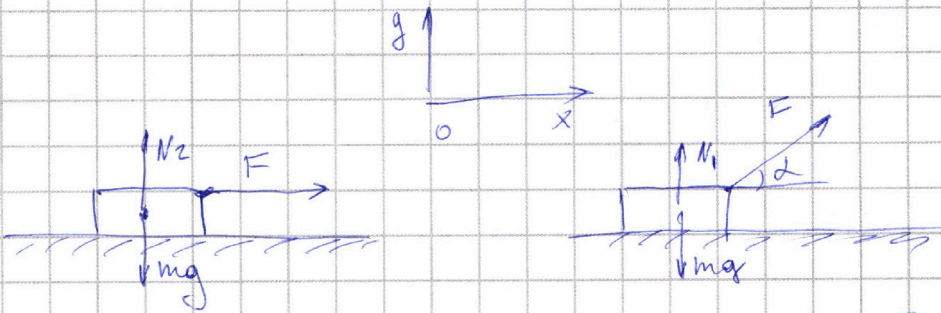
решение которой представлено на странице:

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

3
1)



1.1) $oy: N_2 = mg$

$ox: ma_1 = F - F_{тр}$

$ma_1 = F - \mu mg \quad (1)$

1.2) $oy: N_1 = mg - \sin \alpha \cdot F$

$ox: ma_2 = F \cos \alpha - \mu (mg - \sin \alpha F)$

$(2) \quad ma_2 = F \cos \alpha - \mu mg + \mu \sin \alpha F$

2) учитывая, что оба блока проходят один и тот же по длине отрезок и скорости на "вылете" у них одинаковая, можно сказать, что $a_1 = a_2$

3) (1)-(2) $0 = F - F \cos \alpha - \mu \sin \alpha F$

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

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

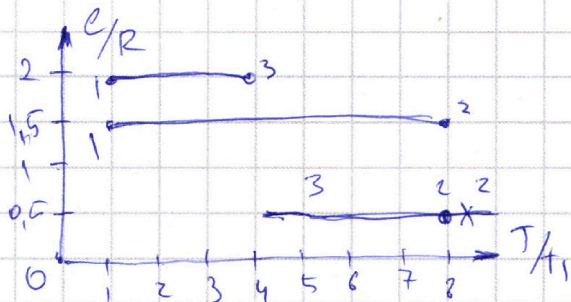
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$i = 3$ (одноатомный)

$\nu = 1$ (1 моль)

1) A_{31} : $Q_1 = A_{31} + \Delta U_{31}$

$$Q = c_{\Delta} T = (2R) \cdot (4T_1 - T_1) = 6T_1 R$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R (4T_1 - T_1) = 4,5T_1 R$$

$$|A_{31}| = Q - \Delta U_{31} = 6T_1 R - 4,5T_1 R = 1,5T_1 R$$

$$|A_{31}| = 1,5T_1 R \quad |A_{31}| = 1,5 \cdot 200 \cdot 8,31 = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

2) A_{12} : $Q = A_{12} + \Delta U_{12}$

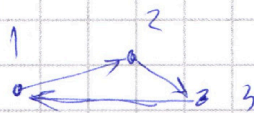
$$Q_2 = c_{\Delta} T = 1,5R \cdot 7T_1 \quad \Rightarrow A_{12} = Q - \Delta U = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R 7T_1 = 1,5R \cdot 7T_1$$

3) A_{23} : $Q = A_{23} + \Delta U_{23}$

$$Q_3 = c_{\Delta} T = \frac{1}{2} R \cdot 4T_1 \quad \Rightarrow A_{23} = Q - \Delta U = -4RT_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \cdot 4T_1$$



$$4) |\eta| = \left| \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_1 + Q_2 + Q_3} \right| = \left| \frac{0 - 4RT_1 + 1,5RT_1}{6T_1 R + 7 \cdot 1,5T_1 R + 2T_1 R} \right| =$$

$$= \left| \frac{-2,5}{8 + 10,5} \right| = \left| \frac{-2,5}{18,5} \right| = \left| \frac{-25}{185} \right| = \left| \frac{-5}{37} \right| = \frac{5}{37}$$

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) (продолжение)

5) КПД цикла $\eta = \frac{5}{37}$

Ответ: 1) $A_{31} = 2493 \text{ Дж}$ 2) $\eta = \frac{5}{37}$



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!

5) продолжение

Ответ: 3) $\frac{\sqrt{5}}{2}a$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

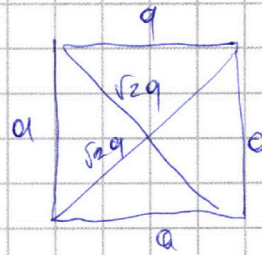
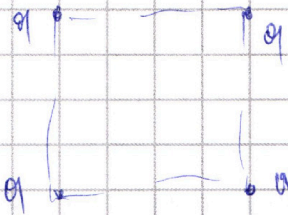
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



⑤ Вопрос 2

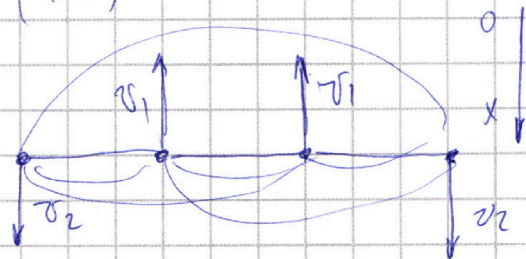


1) Энергия растяжения - E_1

$$E_1 = 4 k \frac{a^2}{a} + 2 k \frac{a^2}{\sqrt{2}a} = \frac{ka^2}{a} (4 + \sqrt{2})$$

2) Энергия кольца - E_2

$$E_2 = m\sigma_1^2 + m\sigma_2^2 \quad (+)$$



$$\oplus 3 \frac{ka^2}{a} + 2 \frac{ka^2}{\sqrt{2}a} + \frac{ka^2}{3a} = m\sigma_1^2 + m\sigma_2^2 + 4 \frac{ka^2}{a} \left(4 \frac{1}{3}\right)$$

3) Внешние силы на систему не действуют

(пренебрежимо малы), тогда запишем ЗСН

$$\text{оx: } 2m\sigma_2 - 2m\sigma_1 = 0 \Rightarrow \sigma_1 = \sigma_2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ЗСЭ: } E_2 = E_1 \\ \text{ЗСН } \sigma_1 = \sigma_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{ka^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = 2m\sigma_1^2 + \frac{ka^2}{a} \left(4 \frac{1}{3}\right)$$

$$\frac{m\sigma_1^2}{2} = E \Rightarrow 2m\sigma_1^2 = 4E$$

$$\frac{ka^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = 4E + \frac{ka^2}{a} \cdot 4 + \frac{1}{3} \frac{ka^2}{a}$$

$$E = \frac{ka^2}{a} \left(\frac{\sqrt{2} - \frac{1}{3}}{4} \right)$$

$$4E = \frac{ka^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

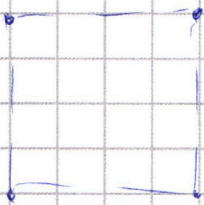
1 2 3 4 5 6 7



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



5) Вопрос (2-3)



$$5) K = \frac{kq^2}{4a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$$

$$K = \frac{8\sqrt{2} \pi \epsilon_0 T a^2 (2\sqrt{2}-1)}{4 \cdot a \cdot 7 \cdot 4 \pi \epsilon_0} \left(\frac{3\sqrt{2}-1}{3} \right)$$

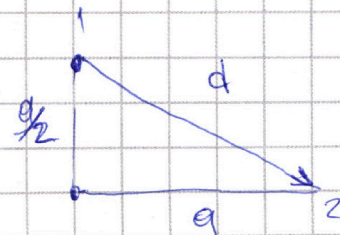
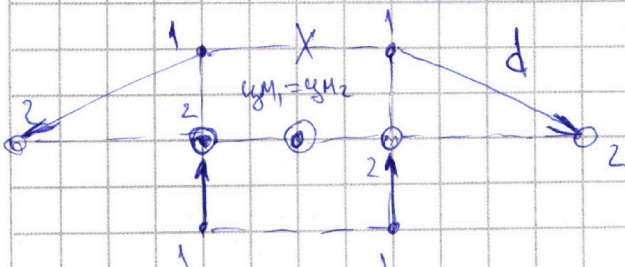
$$K = \frac{\sqrt{2} T a (2\sqrt{2}-1)(3\sqrt{2}-1)}{7 \cdot 2 \cdot 3}$$

$$K = \frac{T a (\sqrt{2}(12 - 3\sqrt{2} - 2\sqrt{2} - 1))}{7 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{T a (11\sqrt{2} - 10)}{42}$$

$$K = T a \frac{11\sqrt{2} - 10}{42}$$

Вопрос 3

Т.к. внешние силы не действуют (пренебрежимо малы) центр масс системы будет находиться на одном месте.



$$d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} a \quad d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$

Ответ: 1) $q = \sqrt{\frac{8\sqrt{2} \pi \epsilon_0 T a^2 (2\sqrt{2}-1)}{7}}$ 2) $K = T a \frac{11\sqrt{2}-10}{42}$

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

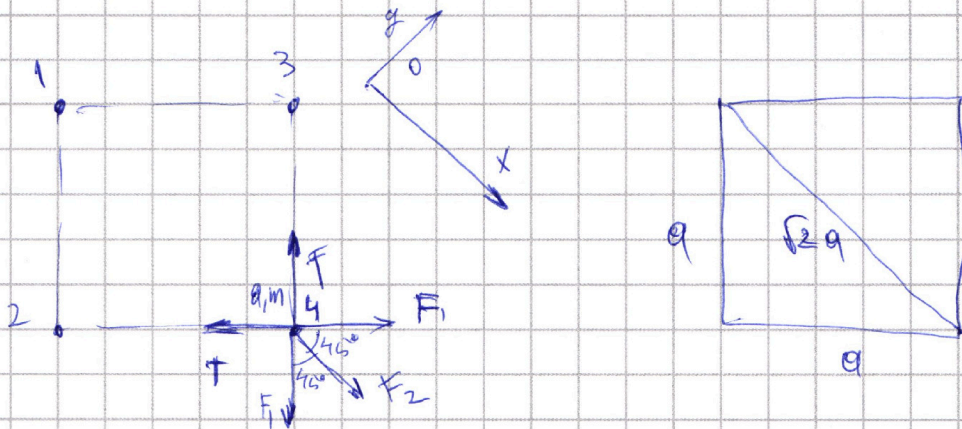
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

5



1) очевидно, что проекции сил по Oy сокращаются (ввиду симметрии) запишем для Ox :

$$0 = F_2 + 2 \cos 45^\circ F_1 - 2 \cos 45^\circ T \quad (\text{силы с } q_3, q_2 \text{ по модулю равны})$$

$$\sqrt{2} T = F_2 + \sqrt{2} F_1$$

$$\sqrt{2} T = \frac{k q^2}{(\sqrt{2} a)^2} + \sqrt{2} \frac{k q^2}{a^2}$$

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

$$q = \sqrt{\frac{8\sqrt{2} \pi \epsilon_0 T a^2 (2\sqrt{2} - 1)}{7}}$$

$$q = \sqrt{\frac{8\sqrt{2} \pi \epsilon_0 T a^2}{2\sqrt{2} + 1}}$$

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

$$q^2 = \frac{2\sqrt{2} T a^2}{k(1 + 2\sqrt{2})}$$

$$q^2 = \frac{2\sqrt{2} T a^2 (2\sqrt{2} - 1)}{k(8 - 1)}$$

$$q^2 = \frac{(8 - 2\sqrt{2}) T a^2}{7k}$$

$$q^2 = \frac{4\pi \epsilon_0 2\sqrt{2} T a^2 (2\sqrt{2} - 1)}{7}$$

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!



$$x(t) = 5 \frac{1}{2} - \frac{10}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{2} - \frac{5}{2} = \frac{5}{4} = \frac{5}{4} \text{ м}$$

$$t = 2 \rightarrow 2t = 1 \quad t = 0.5$$

$$Q = A + t \cdot U$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 1 \text{ м}$$

~~1/2~~

kq

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

$$F_2 T = \sqrt{2} + \frac{1}{2}$$

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

$$\frac{T a^2}{k \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right)} = a^2$$

$$q^2 = \frac{4 T a^2}{k(4 + \sqrt{2})} = a^2$$

$$q^2 = \frac{4 T a^2}{k(6 - 2)} = \frac{4 T a^2}{4k}$$

$$K = A_{\text{FTP}} = F_{\text{TP}} \cdot S; \quad F_{\text{TP}} = \mu m g$$

$$K = \frac{m v^2}{2}$$

$$S = \frac{K}{\mu m g} \quad \text{Судьба} \quad \frac{1}{2}$$

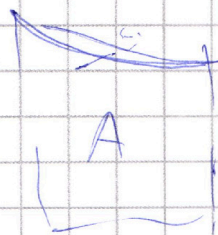
$P dV$

$$P V = R T$$

$$P = \text{const} \quad \frac{dU}{dT}$$

$$\times \frac{8.31}{3}$$

$$\times \frac{8.31}{24 \cdot 93}$$



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!



$$Q = C \Delta T = (4T_1 - T_1) 2R = 6T_1 R - \frac{3}{2} R 3T_1 = 6T_1 R - 4,5T_1 R$$

$$\frac{C}{R} = 2$$

$$C = 2R$$

Q - знаем

$$T =$$

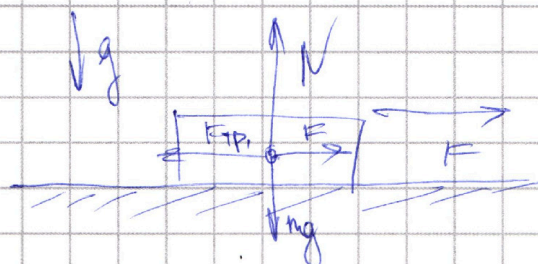
$$i = 3$$

$$C = \frac{iR}{2} \quad \frac{1}{2} R$$

$$RT = PV$$

$$A_{31} = 2R 3T_1$$

$$A_{31} = P_3 V$$



$$\sin \alpha \cdot F$$

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

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

$$\alpha = 0 \quad \alpha =$$

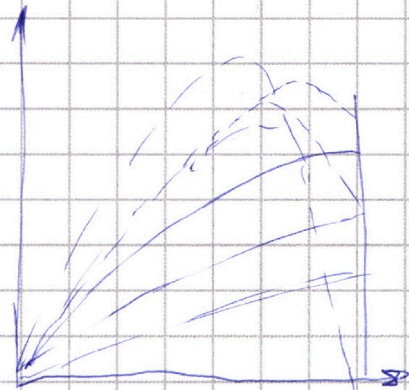
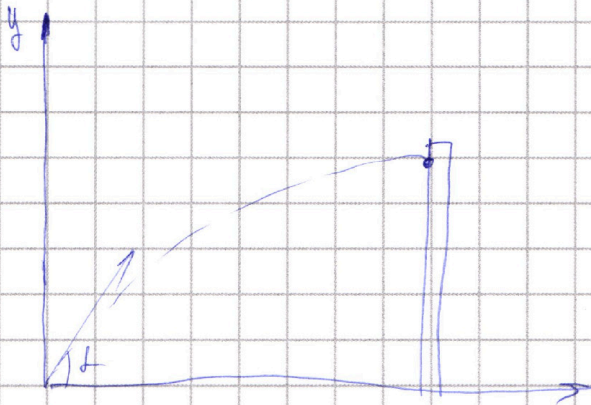
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



$$y(t) = \sin \alpha v_0 t - g t^2 = 0$$

$$t_e = \frac{\sin \alpha v_0}{g}$$

$$y(t) = \frac{\sin^2 \alpha v_0^2}{g} = \frac{g \sin^2 \alpha v_0^2}{2g} = \frac{\sin^2 \alpha v_0^2}{2g} = H$$

$$x(t) = \frac{\cos \alpha v_0 \sin \alpha v_0}{g} = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}$$

$$128 = 2^7 = \left(2^3 \cdot 2^{\frac{1}{2}}\right)^2$$

$$S = \frac{\sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{g}$$

$$S = \frac{\sqrt{2 \cdot 36} \sqrt{200 - 72}}{10} = \frac{6\sqrt{2} \cdot 8 \cdot \sqrt{2}}{10} = \frac{6 \cdot 2 \cdot 8}{10}$$

Интересно заметить, что максимальная высота достигается при минимальной скорости по оси x

$$\frac{6 \cdot 8 \cdot 2}{10} = 12 \cdot 8 \cdot \frac{12}{16} = 98$$

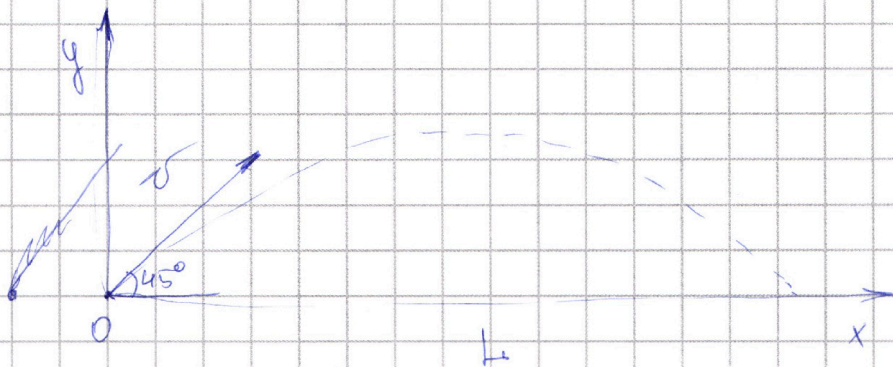
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

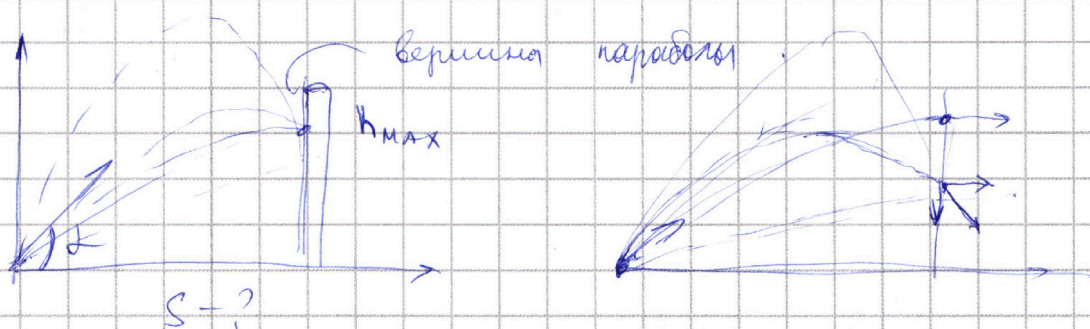
1 2 3 4 5 6 7



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



$$\begin{aligned}
 1) \text{ } y: y(t) &= \sin 45^\circ v t_n - \frac{g t_n^2}{2} = 0 & 2L &= g t_n^2 \\
 x: x(t) &= \cos 45^\circ v t_n = L & \sqrt{\frac{2L}{g}} &= t_n \\
 v &= \frac{L}{\cos 45^\circ t_n} = \frac{\sqrt{2L} \sqrt{g}}{\sqrt{2L}} = \sqrt{4g}
 \end{aligned}$$



$mgh = \max \quad \frac{mv^2}{2} = \min \quad v \min \quad \sin \alpha v \cos \alpha v$

$$\begin{aligned}
 \sin \alpha v t_n - \frac{g t_n^2}{2} &= h_{\max} \\
 \cos \alpha v t_n &= S
 \end{aligned}$$

$$t_n = \frac{S}{\cos \alpha v}$$

$$v_x(t) = \cos \alpha v$$

$$x(t) = \cos \alpha v t$$

$$v_y(t) = \sin \alpha v - g t$$

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

$$v_y = \sin \alpha v - \frac{g S}{\cos \alpha v} \quad v_y(t) = 0 = \sin \alpha v - g t \quad t = \frac{\sin \alpha v}{g}$$

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

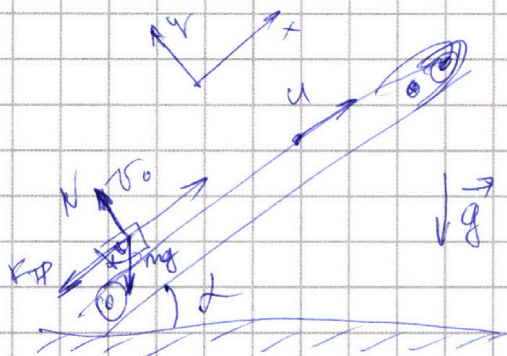
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\sin \alpha = 0,6 = \frac{3}{5}$$

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



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

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha = 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} \text{ м} = 4 \text{ м}$$

$$a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha mg = \frac{3}{5} \cdot m \cdot 10 = 6 \text{ м}$$

$$F_x = 10 \text{ м}$$

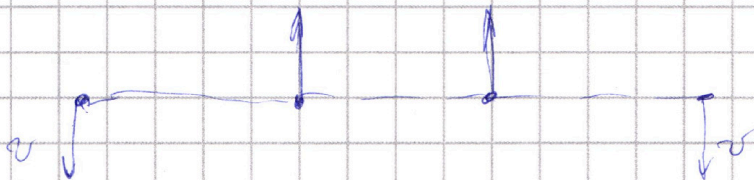
$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v(t) = 6 - 10t = 0 \quad v = 0 \quad t = \frac{6}{10}$$

$$s(t) = 6t - \frac{a t^2}{2} = \frac{36}{10} - \frac{10 \cdot 36}{2 \cdot 100} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ (м)}$$

ЗБМ:

$$m v_1 = m v_2$$



ЗБЭ: $\frac{mv^2}{2} = 16 \text{ Дж}$

$$\frac{mv^2}{2} = 16 \text{ Дж} + 10 \text{ Дж}$$

$$s = \frac{v^2}{32} = \frac{36}{32} = \frac{9}{8} = 1,125 \text{ м}$$

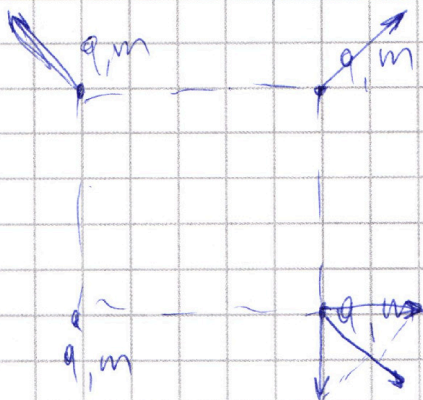
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$E_1 = \frac{mv^2}{2} = A_{\text{ТП}} + \frac{mv_1^2}{2} + mgl \sin \alpha$$

$$\frac{25}{2} = 10S + \frac{1}{2} + 6S$$

$$F_{qz1} T = \sum F_q = \frac{kq^2}{(2a)^2} + 2 \cos 45^\circ \frac{kq^2}{a^2} = m \cdot 10 \cdot S$$

$$T = 16S$$

$$S = \frac{3}{4} M$$

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

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

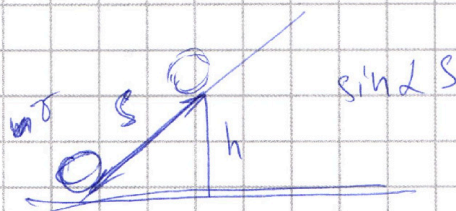
$$E_1 = 4 \frac{kq^2}{a^2} + 2 \frac{kq^2}{(2a)^2} = 5 \frac{kq^2}{a^2}$$

$$E_2 = 3 \frac{kq^2}{a^2} + 2 \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = 4 \frac{1}{3} \frac{kq^2}{a^2}$$



$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$\frac{mv^2}{2} + A_{\text{ТП}} = mgh$$



$$\frac{mv^2}{2} + \cos \alpha S = mg \sin \alpha S + 10mS$$

$$mv^2 \frac{25}{2} = 16S$$

$$S = \frac{v^2}{32} = \frac{36}{32} = \frac{9}{8}$$



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 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!

