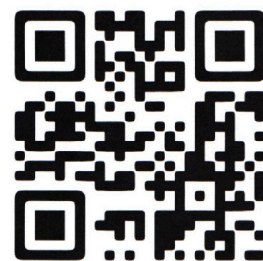




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

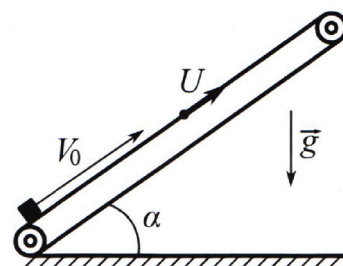
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.

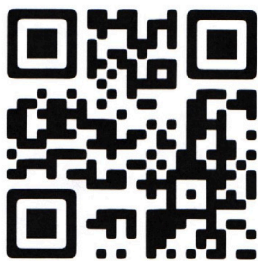
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

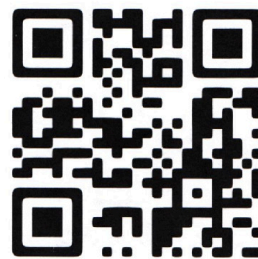
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



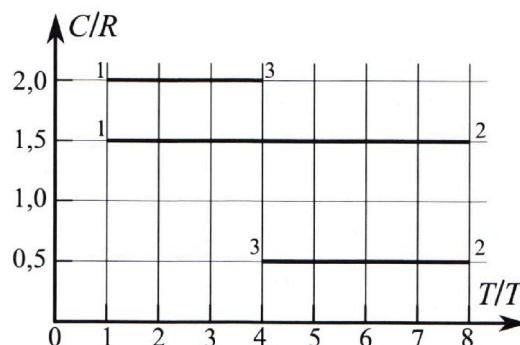
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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).

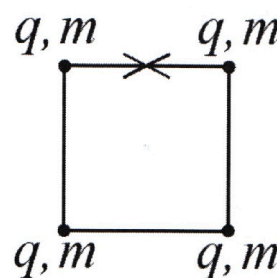


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 $\angle$: (такой $\angle$) максимальная высота будет достигаться при v_y (проекция v_0 на oy) = 0 т.к. на $[0; \angle]$ при увеличении угла будут сходиться к $\angle$ на $[\angle; \frac{\pi}{2}]$ при уменьшении угла будут тоже сходиться к $\angle$

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

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

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

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

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

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

$S = 9,6 \text{ м}$

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

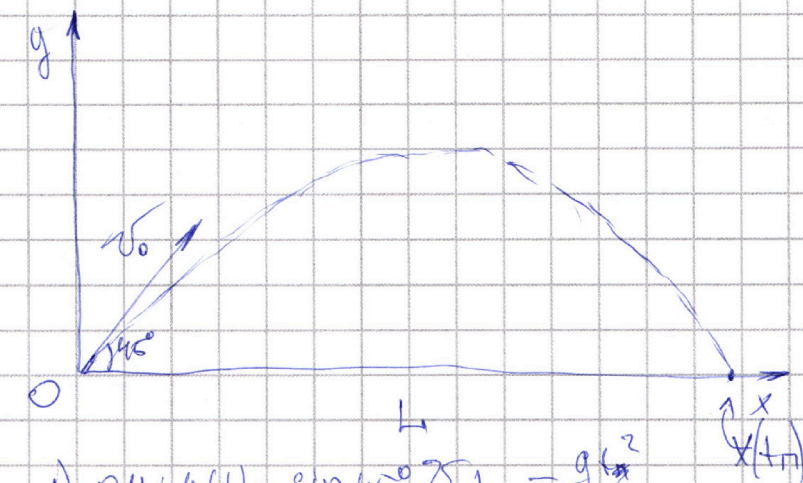
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



1) $0y: y(t) = \sin 45^\circ v_0 t - \frac{g t^2}{2}$

$0x: x(t) = \cos 45^\circ v_0 t$

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

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

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

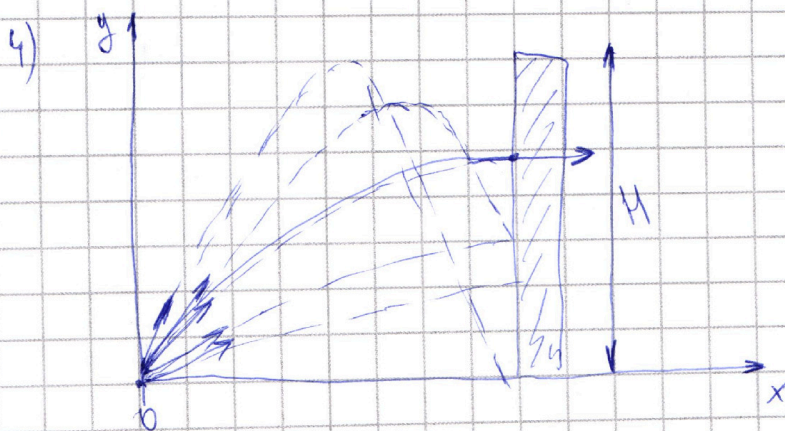
$\sqrt{\frac{2L}{g}} = t_n$

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

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

$v_0 = \sqrt{Lg}$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐



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) $\Delta = 1,96 \text{ м}$ 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:

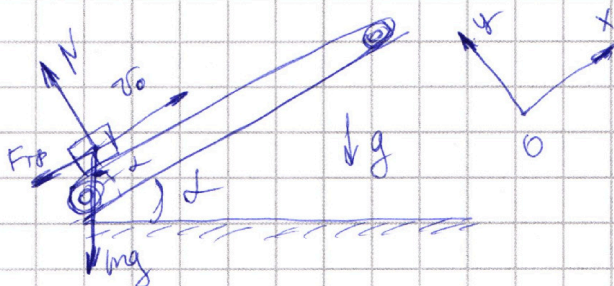
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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) $\sin \alpha = 0,6$

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

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

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

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

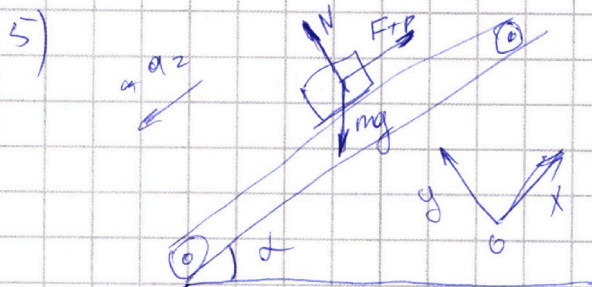
$a = -10 \left(0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = -4 - 6 = -10 \text{ м/с}^2$

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 : $-ma_2 = -\sin \alpha mg + F_{тр}$

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

$a_2 = 6 - 4 = 2 \text{ м/с}^2$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

② (продолжение)

6) $V_x(t) = +2$ (т.к. считаем нуль, а не перемещение берет знак "+")

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

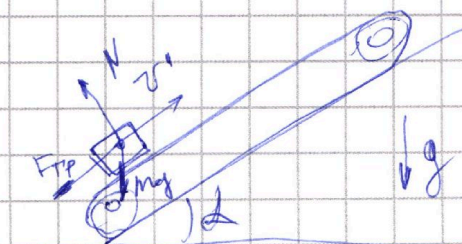
$$x(0,4) = \underline{0,16 \text{ м}}$$

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

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

$$\underline{v' = 5 \text{ м/с}}$$

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) $a = 10 \text{ м/с}^2$

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

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

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 Пункт 2

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

4) $K = A_{\text{тр}} (3 \text{ с.})$

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

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

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

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.

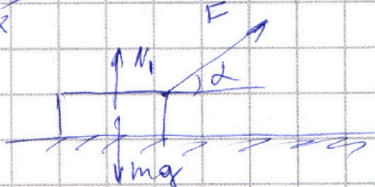
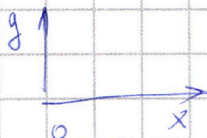
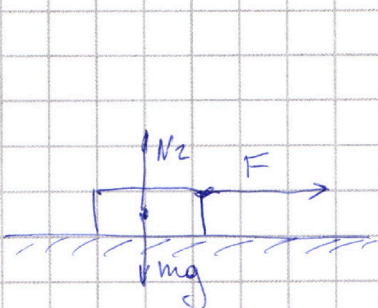
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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 оди-
наковая, можно сказать, что $a_1 = a_2$

3) (1)-(2)

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

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

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

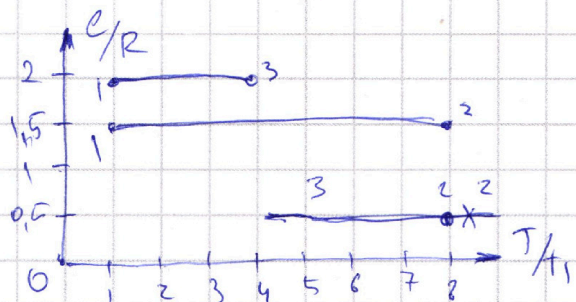
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 моле)

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

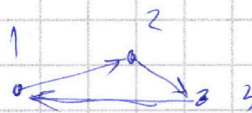
$$Q_2 = c_{\Delta} T = 1.5R \cdot 7T_1 \quad \Rightarrow A_{12} = Q - \Delta U = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R 7T_1 = 1.5R \cdot 7T_1$$

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
☐

 **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
☐



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:

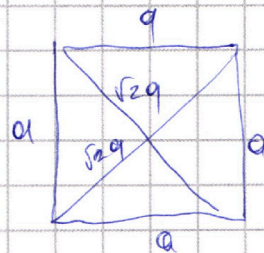
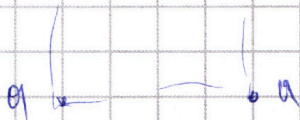
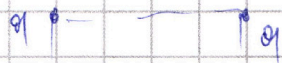
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



⑤ Вопрос 2

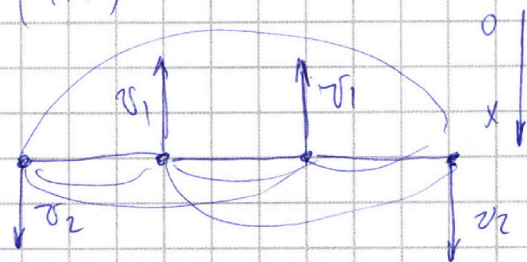


1) Энергия наклонная - E_1

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

2) Энергия коническая - E_2

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



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

3) Внешние силы на систему не действуют

(пренебрежимо малы), тогда запишем ЗСН

$$Ox: 2m\sigma_2 - 2m\sigma_1 = 0 \Rightarrow \sigma_1 = \sigma_2$$

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

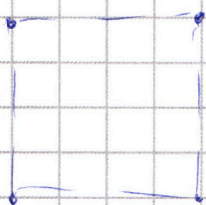
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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)



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

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

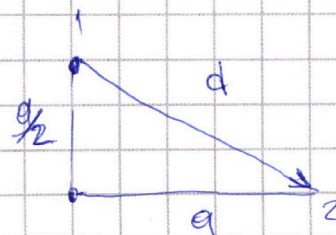
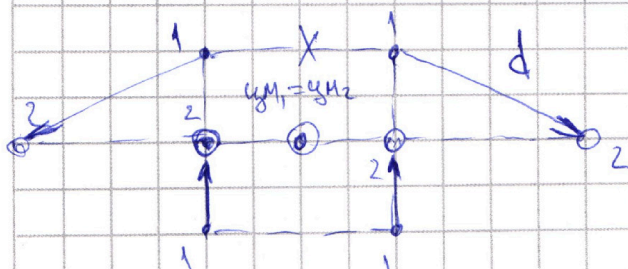
$$K = \frac{\sqrt{2} T a (2 \sqrt{2} - 1) (3 \sqrt{2} - 1)}{7 \cdot 2 \cdot 3}$$

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

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

Вопрос 3

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



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

$$d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$

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

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

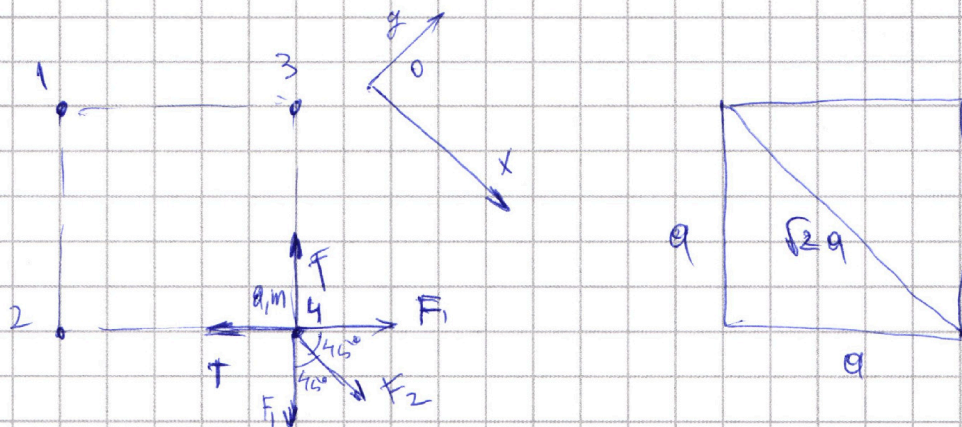
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!



$$x(t) = 5 \cdot \frac{1}{2} = \frac{50}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{2} = \frac{5}{4} = \frac{5}{4} \text{ м}$$

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

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

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

~~VPAT~~

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

$$f_2 T = \sqrt{2} + \frac{1}{2}$$

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

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

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

$$q^2 = \frac{4 T a^2}{16 - 2} = \frac{4}{14} T a^2$$

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

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

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

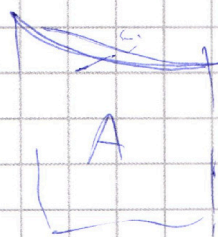
$$P dV$$

$$PV = RT$$

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

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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$Q = c_{\Delta} T = (4T_1 - T_1) 2R = 6T_1 R - \frac{3}{2} R 3T_1 = 6T_1 R - 4,5T_1 R$$
$$E_1 = \dots$$

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

$$C = 2R$$

Q - знаем

$$T =$$

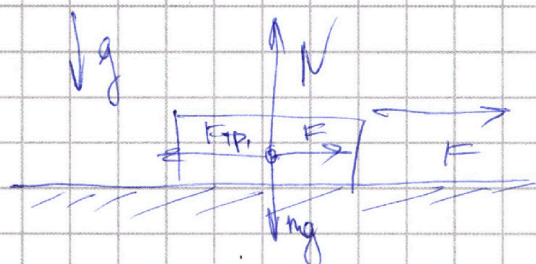
$$i = 3$$

$$C = \frac{i+2}{2} R = \frac{1}{2} R$$

$$RT = PV$$

$$A_{31} = 4R 3T_1$$

$$A_{31} = P_{\Delta} V$$



$$\sin \alpha \cdot F$$

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

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

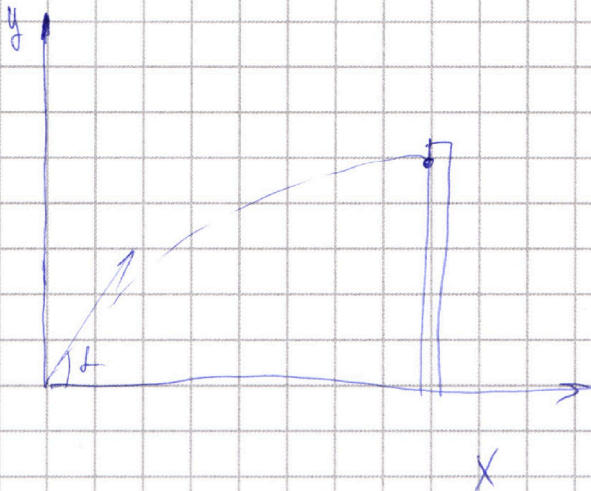
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Интересно заметить, что максимальная высота достигается при минимальной скорости по дуге

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

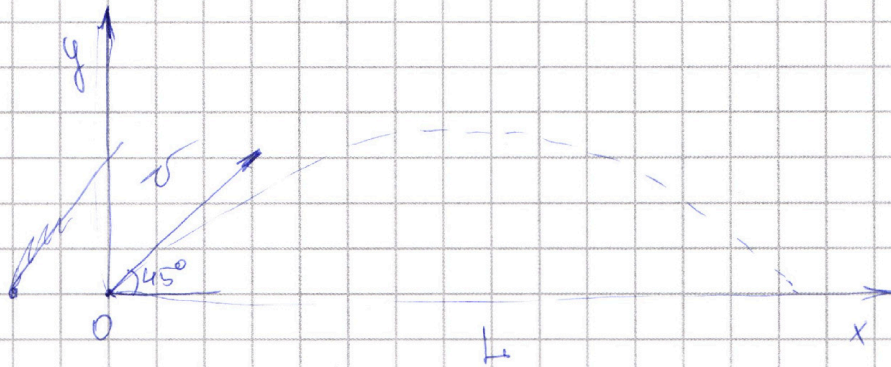
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

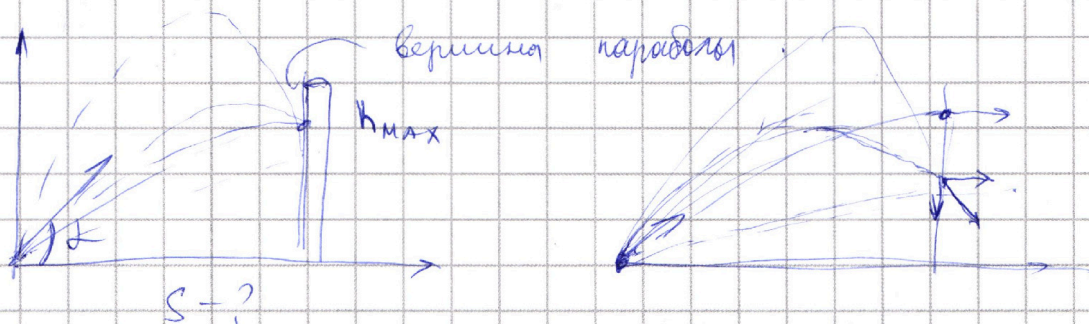
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



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



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

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

$$t_n = \frac{S}{\cos 2\alpha}$$

$$x(t) = \cos 2\alpha v t$$

$$x(t) = \cos 2\alpha v t$$

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

$$y(t) = \sin 2\alpha v t - \frac{g t^2}{2} = 0$$

$$v_y = \sin 2\alpha v - \frac{g S}{\cos 2\alpha}$$

$$\begin{aligned}
 y(t) &= 0 = \sin 2\alpha v t - \frac{g t^2}{2} \\
 t &= \frac{\sin 2\alpha v}{g}
 \end{aligned}$$



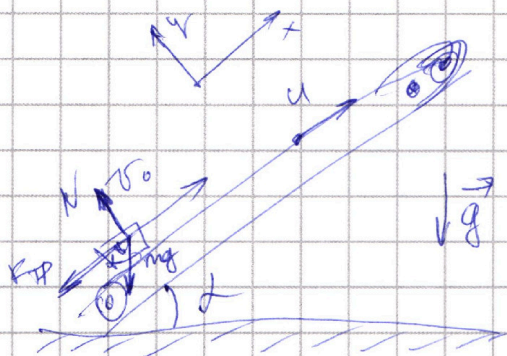
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

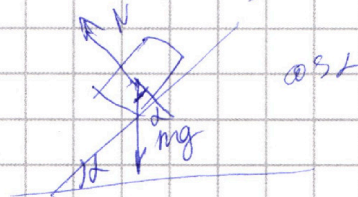
МФТИ

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



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

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



$$F_{tr} = \cos \alpha \cdot mg$$

$$F_{tr} = \mu \cos \alpha \cdot mg \cos \alpha = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

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

$$F_x = 10 \text{ m}$$

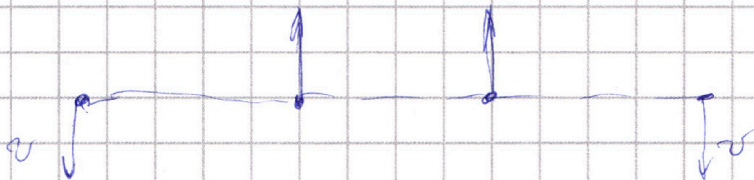
$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

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

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

ЗБМ:

$$m_1 v_1 = m v_2$$



ЗБЭ: энергия

$$\frac{mv^2}{2} = 68 \text{ m} + 10 \text{ m} \quad \frac{v^2}{2} = 16 \text{ s}$$

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

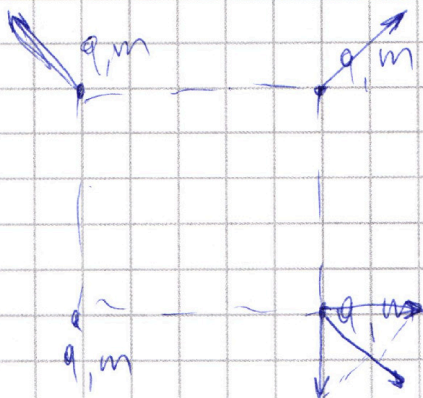
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

$$12 = 16S$$

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

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

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

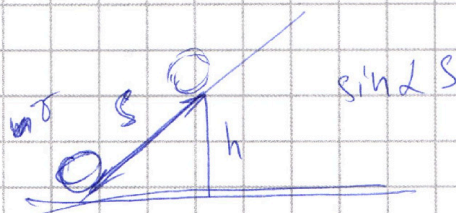
$$E_1 = 4 \frac{kq^2}{a^2} + 2 \frac{kq^2}{(a/2)^2} = 5 \frac{kq^2}{a^2}$$

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



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

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



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

$$mv \quad \frac{v^2}{2} = 16S$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

