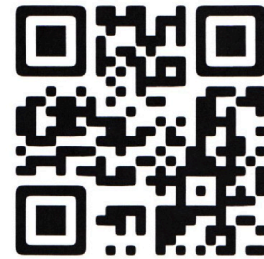




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.

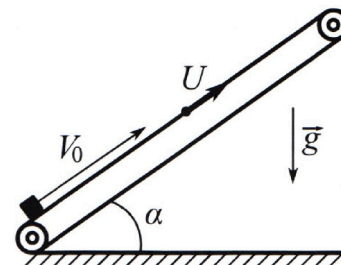
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.



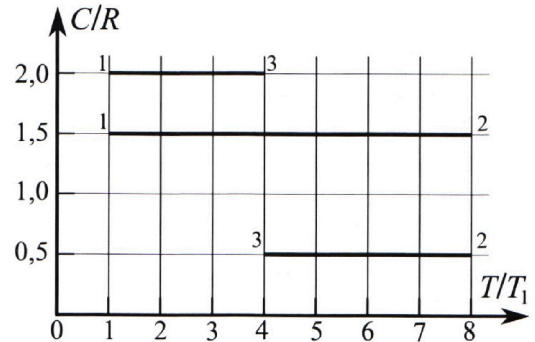
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

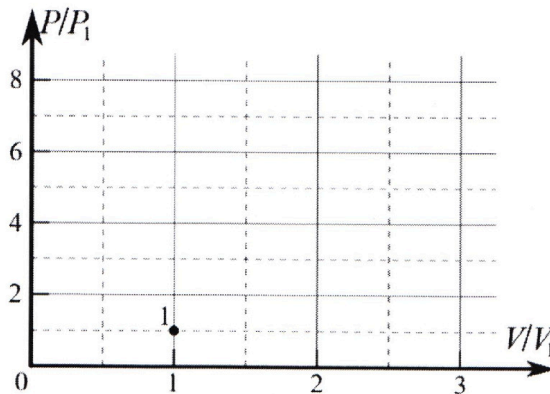


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

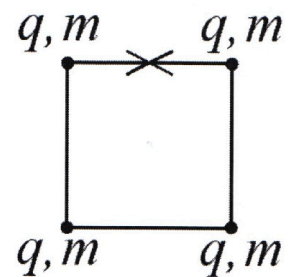
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 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  $\eta$  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  $\epsilon_0$ . 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  $\alpha$ : (такой  $\alpha$ ) максимальная высота будет достигаться при  $v_y$  (проекция  $v_0$  на  $oy$ ) = 0 т.к. на  $[0; \alpha]$  при увеличении угла будет сходиться к  $\alpha$  на  $[\alpha; \frac{\pi}{2}]$  при уменьшении угла будет тоже сходиться к  $\alpha$

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

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)  $S = 9,6 \text{ м}$

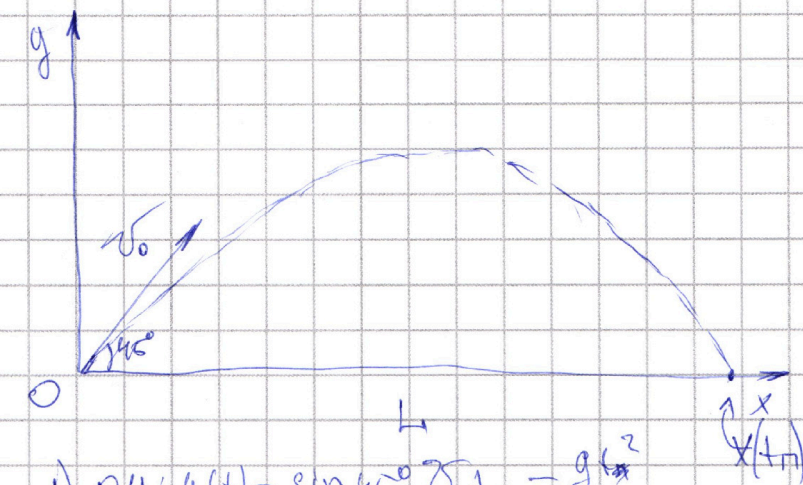
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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

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

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

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

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

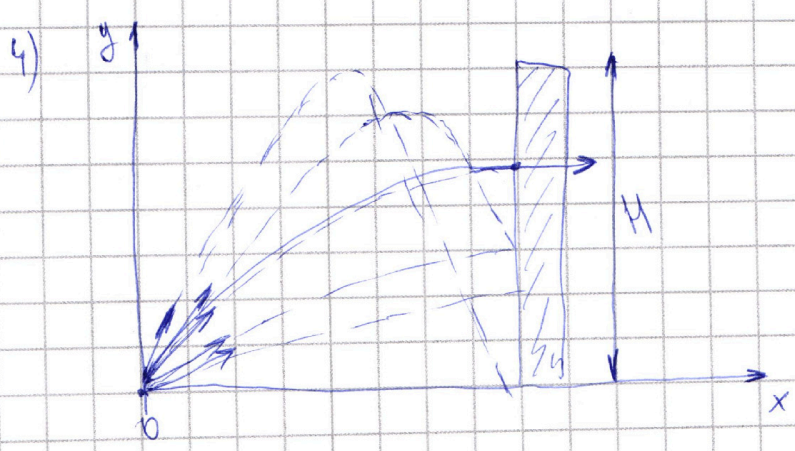
$\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_n = L$

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)  $\Delta = 1,96 \text{ м}$  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:

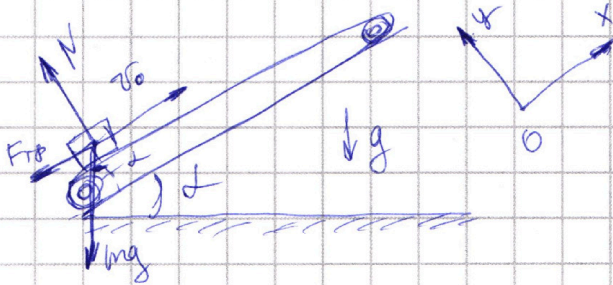
1  2  3  4  5  6  7

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

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

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

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

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

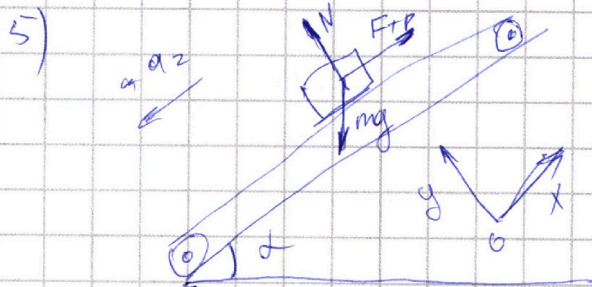
$a = -10 \left( 0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = -4 - 6 = -10 \text{ м/с}^2$

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



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

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

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

$a_2 = 6 - 4 = 2 \text{ м/с}^2$

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)

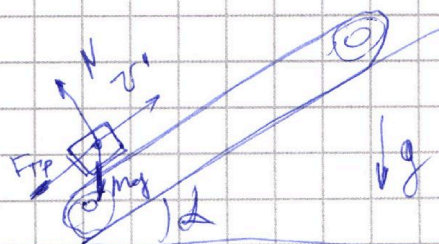
6)  $v_x(t) = +2t$  (т.к. считаем нуль, а не перемену  
берем знак "+")

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

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

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

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



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

$T_1$  - остановка

8) (из 1)  $a = 10 \text{ м/с}^2$

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

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

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

③ Проект 2

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

$$4) K = A_{\text{тр}} (3 \text{ (Э:)})$$

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

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

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

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,

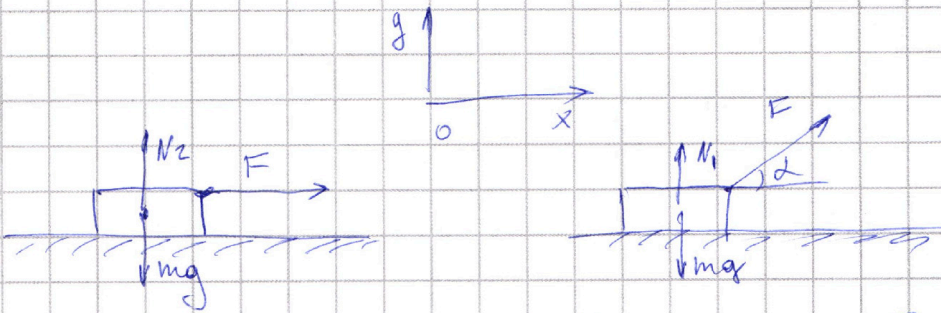
решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

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

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

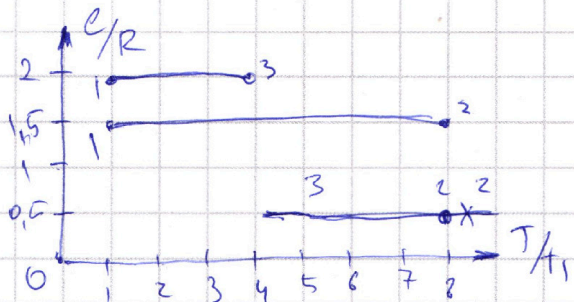
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

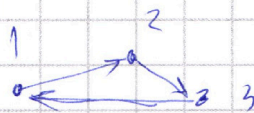
$$Q_2 = c_{\Delta} T = 1,5R \cdot 7T_1 \quad \Rightarrow A_{12} = Q - \Delta U = 0$$

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

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  
                 

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:

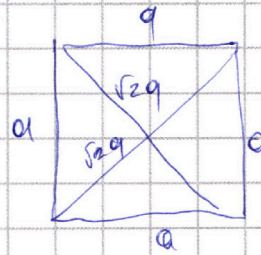
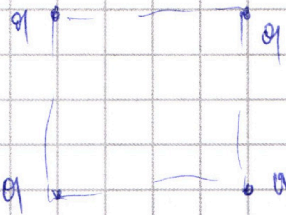
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



⑤ Вопрос 2

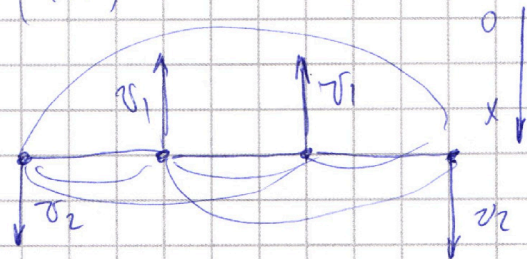


1) Энергия наклонная -  $E_1$

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

2) Энергия кольца -  $E_2$

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



$$(+)$$

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

3) Внешние силы на систему не действуют

(преобразованы пары), тогда запишем ЗСМ

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

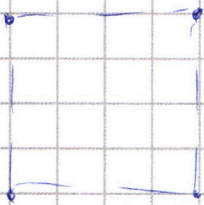
1  2  3  4  5  6  7



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)



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

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

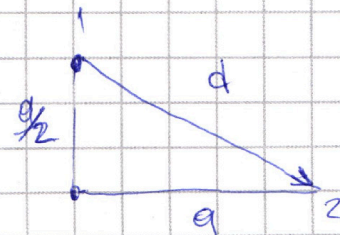
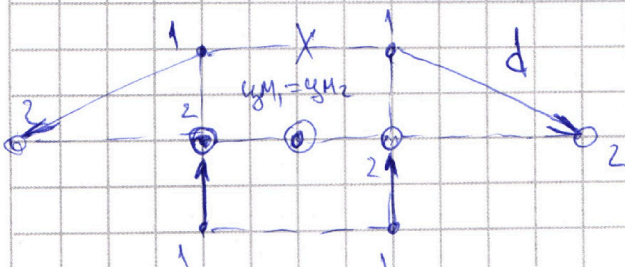
$$K = \frac{\sqrt{2} T a (2\sqrt{2} - 1) (3\sqrt{2} - 1)}{7 \cdot 2 \cdot 3}$$

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

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

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.

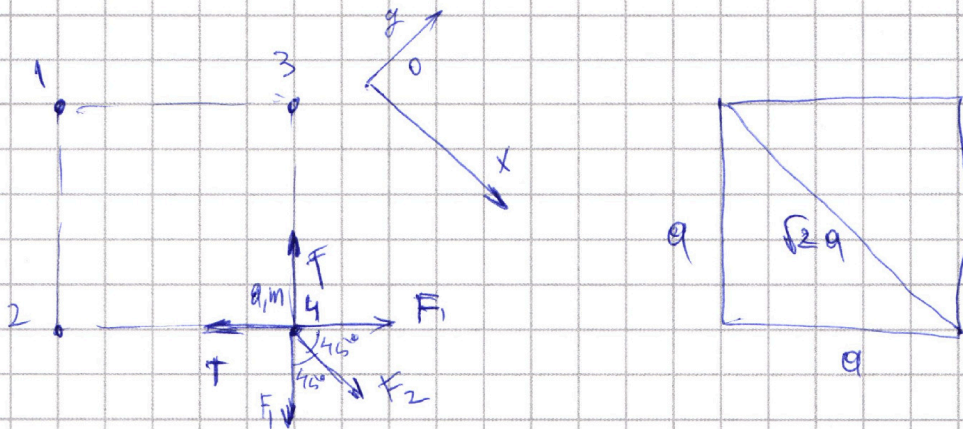
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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  $Ox$  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!



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

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

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

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} = 1 \text{ м}$$

~~1/8~~

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

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

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

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

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

$$q^2 = \frac{4 T a^2}{k(4 + \sqrt{2})} = \frac{4}{14} T a^2$$

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

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

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

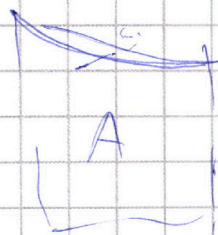
$$P dV$$

$$PV = RT$$

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

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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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

$$T =$$

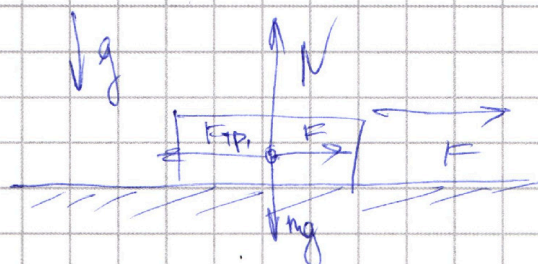
$$i = 3$$

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

$$RT = PV$$

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

$$A_{31} = P_3 V$$



$$\sin \alpha \cdot F$$

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

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

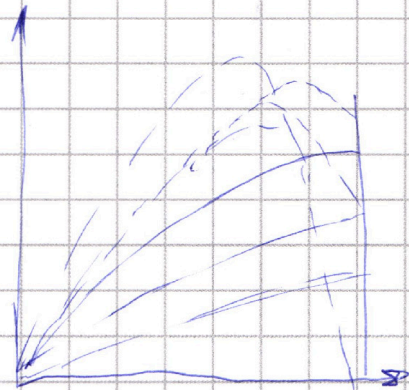
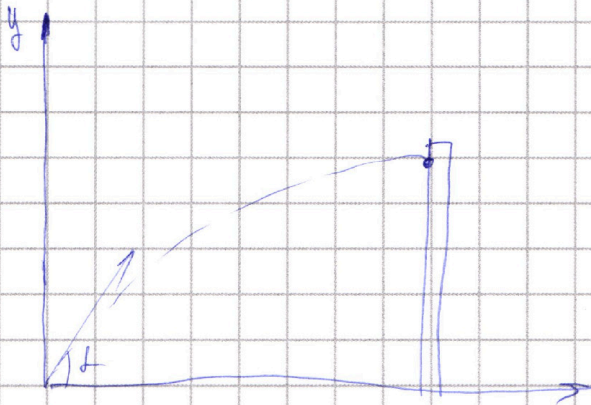
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

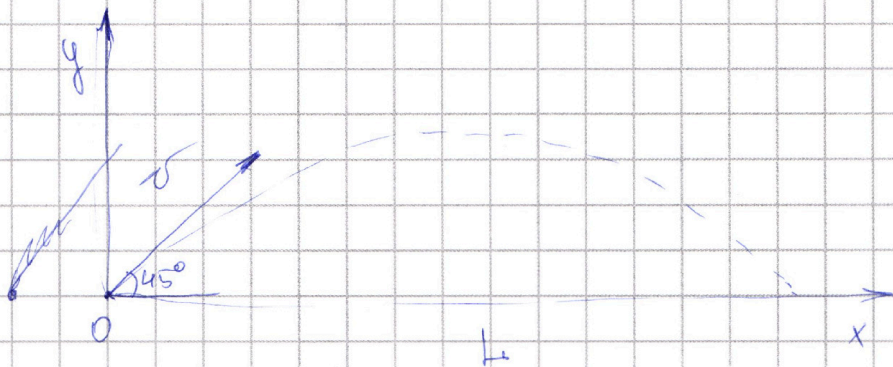
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

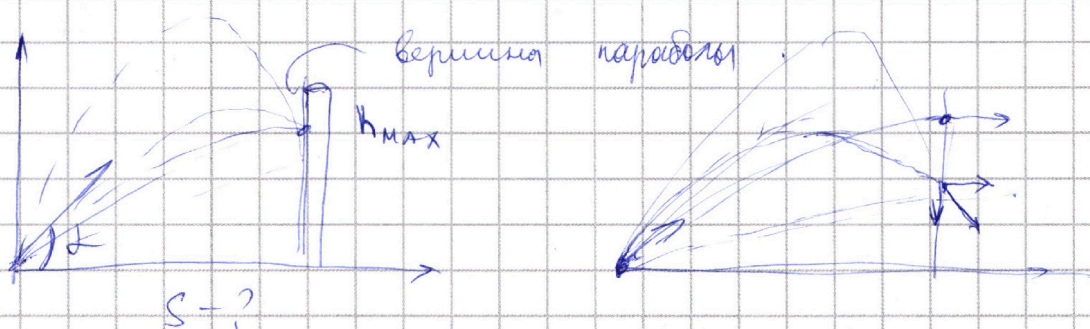
1  2  3  4  5  6  7



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



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



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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 v_y &= \sin \alpha v - \frac{g S}{\cos \alpha v} \\
 v_y(t) &= 0 = \sin \alpha v - g t \\
 t &= \frac{\sin \alpha v}{g}
 \end{aligned}$$

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

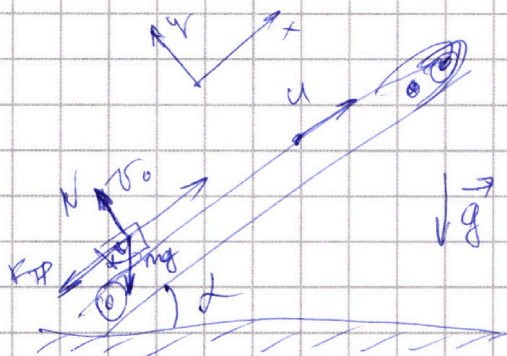
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

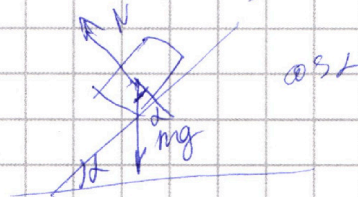


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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



$$F_{TP} = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

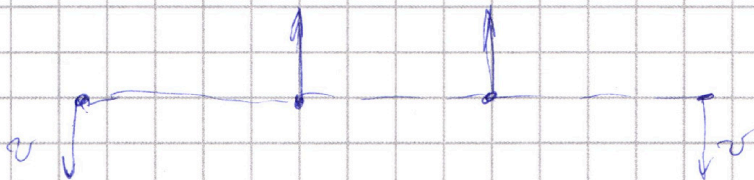
$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

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

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

ЗБМ:

$$m v_1 = m v_2$$



ЗБЭ:  $v^2 = 2as$

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

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

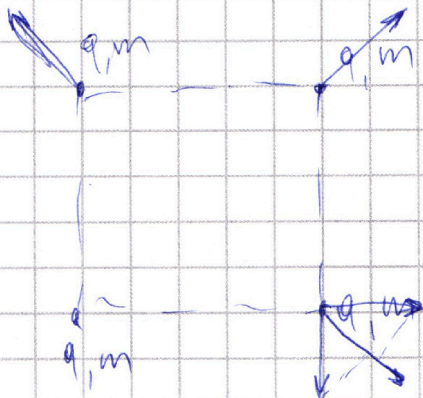
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

$$T = 16S$$

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

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

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

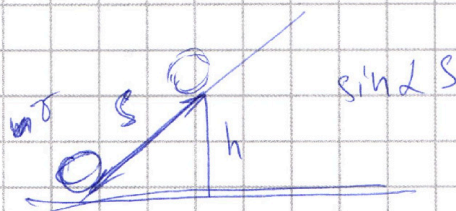
$$E_1 = 4 \frac{kq^2}{a^2} + 2 \frac{kq^2}{(2a)^2} = 5 \frac{kq^2}{a^2}$$

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



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

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



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

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

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



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!

