



# 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.

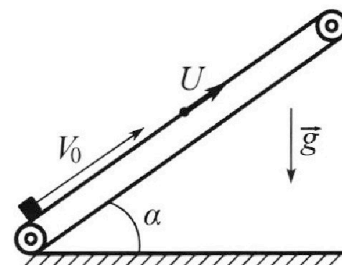
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

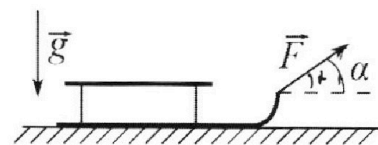
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

*m - известна (масса санок)*

*2  
x 157  
705*



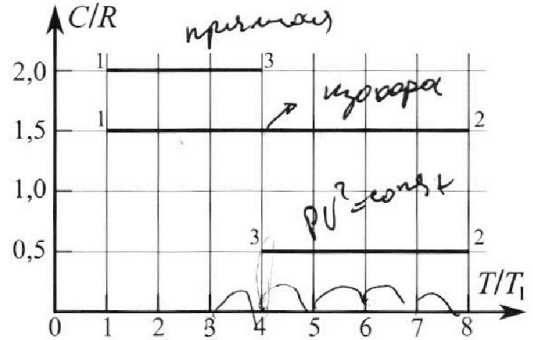
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



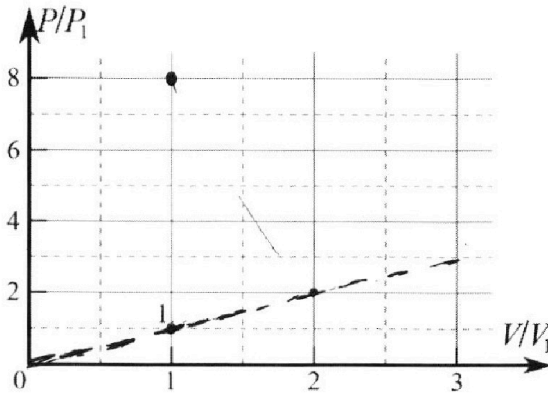
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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.



$$\frac{\Phi}{M} = \frac{Q_{23}}{B \cdot M} = \frac{C_{V,23} \cdot \Delta T}{C_{V,23} \cdot M} = \frac{C_{V,23}}{C_{V,23}} = 1$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

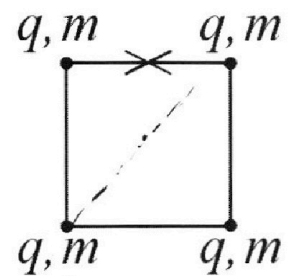
- 1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.

Дано:

①  $\alpha = 45^\circ$

$L = 20\text{ м}$

②  $k_{\text{max}} = 36\text{ М}$

Найти:

①  $v_0 = ?$

②  $\rho = ?$

Решение:

①  $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{\rho t^2}{2} = 0\text{ м}$  (возьмем корни)

$\Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{\rho}$

$x = v_0 \cos \alpha t = L$  (возьмем корни)

$L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_{\text{max}} = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{\rho} =$

$= \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{\rho}$

$v_0 = \sqrt{\frac{\rho L}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20\text{ м}}{1}} = 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

②  $y = v_0 \sin \beta t - \frac{\rho t^2}{2}$  ( $\beta$  - произвольный угол.)

$x = v_0 \cos \beta t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$

$y = v_0 \cdot \sin \beta \cdot \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{\rho \cdot x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = x \tan \beta - x^2 \cdot \frac{\rho}{2 v_0^2} (\tan^2 \beta + 1)$

$y(x) = x \tan \beta - x^2 \cdot \frac{\rho}{2 v_0^2} (\tan^2 \beta + 1)$

$y(s) = h \Rightarrow$

$s \tan \beta - \frac{\rho}{2 v_0^2} \cdot s^2 (\tan^2 \beta + 1) = h$

$f(s) = s \tan \beta - \frac{\rho}{2 v_0^2} s^2 (\tan^2 \beta + 1)$

т.к. все остальные величины const

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!

$$y'(t\rho\beta) = \rho - 2t\rho\beta \cdot \frac{\rho s^2}{2v_0^2} = \rho - t\rho\beta \frac{s^2\rho}{v_0^2} = 0, \text{ т.к. max.}$$

$$\rho = t\rho\beta \cdot \frac{s^2\rho}{v_0^2} \Rightarrow t\rho\beta \cdot \frac{s \cdot \rho}{v_0^2} = 1$$

$$\Rightarrow t\rho\beta = \frac{v_0^2}{\rho \cdot s} = t\rho\beta_{\text{max}} \quad \beta_{\text{max}} \text{ — угол при котором } H = \text{max.}$$

$$y = s t\rho\beta - \frac{s^2\rho}{2v_0^2} (t\rho\beta + 1) = s \cdot \frac{v_0^2}{\rho} - \frac{s^2 \cdot \rho}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{\rho^2 s^2} - \frac{s^2 \rho}{2v_0^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{\rho} - \frac{v_0^2}{2\rho} - \frac{s^2 \rho}{2v_0^2} = H_0$$

$$\frac{v_0^2}{2\rho} - H_0 = \frac{s^2 \rho}{2v_0^2} \Rightarrow s^2 = \frac{2v_0^4}{\rho^2} - \frac{2v_0^2 H_0}{\rho}$$

$$s = \sqrt{\frac{2v_0^4}{\rho^2} - \frac{2v_0^2 H_0}{\rho}}$$

$$\rho = \frac{2v_0^4}{s^2} - \frac{v_0^2 H_0}{s}$$
$$\rho = \frac{v_0^2 H_0}{s} = \frac{v_0^2}{\rho}$$

$$s = \sqrt{\frac{2 \cdot (10\sqrt{2})^4}{(10\sqrt{2})^2} - \frac{2 \cdot (10\sqrt{2})^2 \cdot 364}{10\sqrt{2}}} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2)  $s = 16 \text{ м.}$

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!



$v_2$

Дано:

①  $\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$

$v_0 = 6 \frac{m}{c}$

$M = 0,5$

$T = 1c$

Найти:

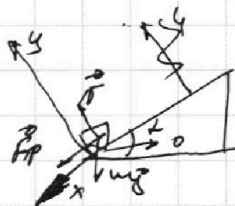
①  $S$  - ?

②  $T_1$  - ?

③  $L$  - ?

Решение:

① 3. У. 7:



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh + A_{TTP} \quad (v_0^2 - \text{скорость момента } T=0)$$

$$v_x' = -v_0 + at$$

II 3-ий закон Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{T}_{TP} = m\vec{a}$$

Оy:  $N = mg \cos \alpha$

Оx:  $Mg \sin \alpha + N \sin \alpha = ma$

$$a = g \sin \alpha + M g \cos \alpha = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$v_x' = -6 \frac{m}{c^2} + 10 \frac{m}{c^2} \cdot 1c = 4 \frac{m}{c}$$

$S$   $h = s \cdot \sin \alpha$

$$v^2 - v_0^2 = 2gs \sin \alpha - 2Mgs \cos \alpha$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha} = \frac{36 \left(\frac{m}{c}\right)^2 - 16 \left(\frac{m}{c}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,6 - 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,8} = 5M$$

②

$|U| = 1Mc \Rightarrow U_x = \pm 1 \frac{m}{c}$

$U_x = -v_0 + aT_1$

$$\begin{cases} U_{x1} = 1 \frac{m}{c} \\ U_{x2} = -1 \frac{m}{c} \end{cases}$$

$T_1 = \frac{U_x + v_0}{a}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = 0,5 \text{ c} \\ T_1 = 0,7 \text{ c} \end{cases}$$

③

Ответ: ①  $l = 5 \text{ m}$   
②  $\begin{cases} T_1 = 0,5 \text{ c} \\ T_1 = 0,7 \text{ c} \end{cases}$

③ —

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

(№3)

Дано:

$k$ ;

$l$ ;

найти:

$M$ ?

2)  $S$ ?

~~Решение~~

Решение:

1)  $\Delta E_k = A_{ext} \Rightarrow$   ~~$\frac{mg^2}{2}$~~   $\rightarrow S_1$  - путь до момента, когда  $E_k = k$

$$k = F \cdot S_1 \cdot \cos \alpha - M(mg - F \sin \alpha) S_1$$

$$k = F \cdot S_1 - Mmg S_1$$

$$F \cdot S_1 - Mmg S_1 = F \cdot S_1 \cos \alpha - Mmg S_1 + MF \sin \alpha S_1$$

$$F = F \cos \alpha + M F \sin \alpha$$

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

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

2)  $\Delta E_k = A_{ext}$

$$-k = A_{TP} \Rightarrow -k = -Mmg \cdot S$$

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

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

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



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!

54.

Дано:

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{R}{2}$$

$$C_{31} = 2R$$

$T_1 = 200K$   
найти:

$$A_{31}^{ex} - ?$$

$$2) \eta$$

$$3) \frac{P}{T_1} \quad ?$$

Решение:

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = C_{31} \cdot V$$

$$Q_{31} = C_{31} V \Delta T_{31} = 2 V R \Delta T_{31} = -6 V R T_1$$

$$Q = \Delta U + A_2^{st} \Rightarrow A_2^{st} = Q - \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T_{31} = -\frac{9}{2} V R \cdot 3 T_1 = -\frac{9}{2} V R T_1 = -4,5 V R T_1$$

$$A_2^{st} = -6 V R T_1 + 4,5 V R T_1 = -1,5 V R T_1$$

$$A_2^{31} = -A_{ex} \Rightarrow A_{em} = 1,5 V R T_1 = 2493 J$$

② Из графика видно:

$$Q_{12} = C_{12} V \Delta T_{12} > 0$$

$$Q_{23} = C_{23} V \Delta T_{23} < 0$$

$$Q_{31} = C_{31} V \Delta T_{31} < 0$$

$$\eta = \frac{Q_{поп} - |Q_{отп}|}{Q_{поп}} = \frac{C_{12} V \Delta T_{12} - (C_{23} V |\Delta T_{23}| + C_{31} V |\Delta T_{31}|)}{C_{12} V \Delta T_{12}}$$

$$= \frac{1,5 V R \cdot 7 T_1 - (0,5 V R \cdot 4 T_1 + 2 V R \cdot 3 T_1)}{1,5 V R \cdot 7 T_1} = \frac{10,5 - 8}{10,5} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$



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 Т.т. в каком процессе  $C = \text{const} \Rightarrow$  всепро-  
цесса политропические;

$$PV^\lambda = \text{const.}, \text{ где } \lambda = \frac{C - C_p}{C - C_v} \begin{cases} C_p = C, \text{ при } P = \text{const.} \\ C_v = C, \text{ при } V = \text{const.} \end{cases}$$

1-2:  ~~$\lambda = \frac{1.5R - 2.5R}{1.5R - 0.5R} = 1$~~

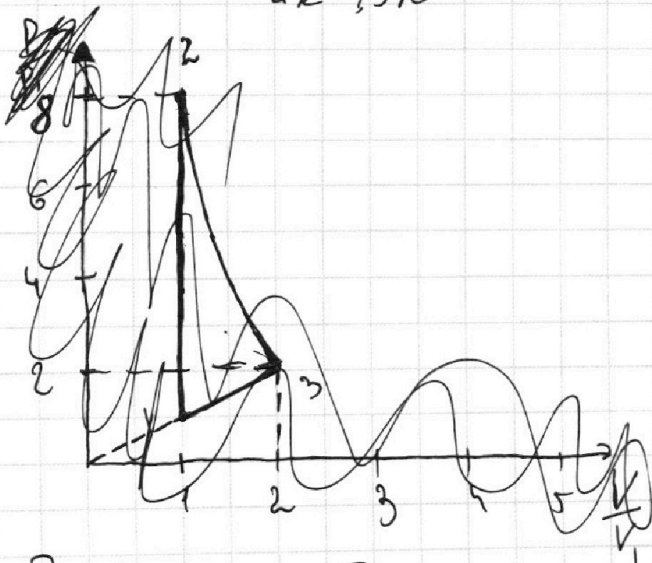
$$\begin{aligned} C_p &= \frac{1}{2}R + R \\ C_v &= \frac{1}{2}R \end{aligned}$$

$\Rightarrow C_{12} = C_v \Rightarrow$  1-2 - изохора.

2-3:  $\lambda = \frac{0.5R - 2.5R}{0.5R - 1.5R} = \frac{-2}{-1} = 2$

$$PV^2 = \text{const}$$

3-1:  $\lambda = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const} -$  изобара.



Попытки к построению:

1-2  $PV = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{8T_1} \Rightarrow P_2 = 8P_1$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = 4 \nu R T_1 = 4 P_1 V_1$$

$$P_2 V_2 = 8 \nu R T_1 = 8 P_1 V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 \Rightarrow P_2 \cdot V_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 \cdot V_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 P_1 V_1 \cdot V_1 = 1 P_3 V_1 \cdot V_3$$

$$\boxed{V_3 = 2 V_1} \Rightarrow$$

$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 \Rightarrow 8 P_1 V_1^2 = P_3 \cdot 4 V_1^2 \Rightarrow \boxed{P_3 = 2 P_1}$$

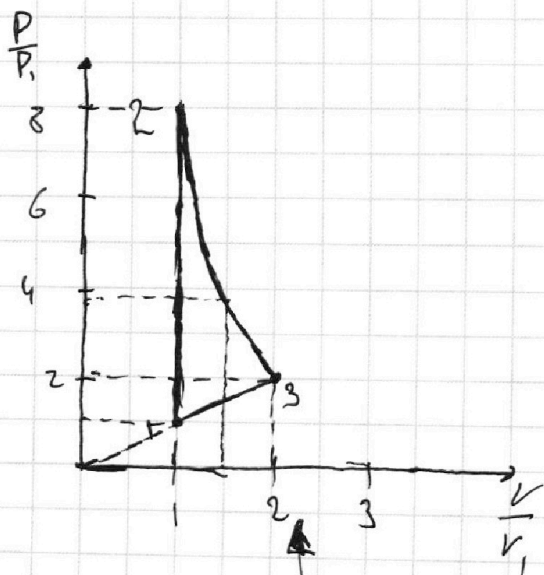
Т.к. в газе 31  $\frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{2 P_1}{2 V_1}$

Верно  $\Rightarrow (-)$  3 кельвина  $\Rightarrow$  цикл.

Для точности рассчитаю P когда  $V = 1.5 V_1$

$$P_2 V_2^2 = P_1' (V_1')^2 \Rightarrow 8 P_1 V_1^2 = 2.25 P_1' \cdot V_1^2$$

$$P_1' = \frac{8}{2.25} P_1 \approx 2 \frac{13}{6} P_1 \approx 2.01 P_1$$



- Ответ:
- 1) 2493 Дж.
  - 2) ~~2493 Дж~~  $\frac{5}{21}$ .
  - 3) Градусы.

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!

05

Дано:

$T$ ;

$a$ ;

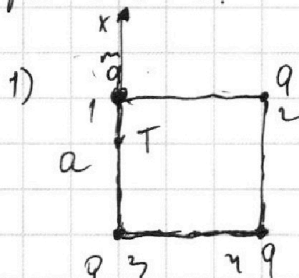
Найти:

$|q|$  - ?

$k$  - ?

$d$  - ?

Решение:



\* заряд номер 1:

на него действуют две силы  $\sqrt{2}T$  и 3 силы Кулона;

Вдоль ось X Полюга:

$$F_{13x} + F_{14x} - T = 0$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \cos 45^\circ = T$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{4} = T$$

$$q^2 \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{\sqrt{2}}{16\pi\epsilon_0 a^2} \right) = T$$

$$q^2 = \frac{T}{\frac{4 + \sqrt{2}}{16\pi\epsilon_0 a^2}}$$

$$|q| = 4a \sqrt{\frac{T \cdot \epsilon_0 \cdot \pi}{4 + \sqrt{2}}}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot q \cdot \left( \frac{2kq}{a} + \frac{kq}{a\sqrt{2}} \right) =$$

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

$$= \frac{q^2 \cdot (4 + \sqrt{2})}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{T \cdot 16\pi\epsilon_0 a^2}{4 + \sqrt{2}} \cdot \frac{(4 + \sqrt{2})}{4\pi\epsilon_0 a} = T \cdot 4a$$

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!

В силу симметрии конструкции

скорости шаров (3) и (4) будут равны;

$v$  - скорость (1) и (2) также равны скорости шаров (1) и (2)  
 $v_{20}$  - скорость (3) и (4)

$$E_2 = 2K + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kg^2}{a} + \frac{kg^2}{2a} + \frac{4g^2}{3a} + \frac{kg^2}{a} + \frac{kg^2}{2a} + \frac{kg^2}{a}$$

$$= \frac{2m\dot{\varphi}^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{4kg^2}{a} + \frac{kg^2}{3a}$$

$$= \frac{2m\dot{\varphi}^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{13kg^2}{3}$$

З.С.У.:  $2m\dot{\varphi} - 2mv = 0$

З.С.Ф.  $\dot{\varphi} = v$

$\Rightarrow 4k + \frac{13kg^2}{3} = T \cdot 4a$

$4k + \frac{13 \cdot \frac{T \cdot 16\pi^2 a^2}{4+52}}{12\pi^2 a} = T \cdot 4a$

$4k + \frac{52a \cdot T}{3(4+52)} = T \cdot 4a$

$k = \frac{a \cdot T}{4} \left( 4 - \frac{52}{3(4+52)} \right) = aT \left( 1 - \frac{52}{12(4+52)} \right) = aT \left( 1 - \frac{13}{3(4+52)} \right)$

(3)  $T \cdot k \int \vec{F}_{ext} = 0 \Rightarrow \vec{L}_C = 0$   
 $\vec{v}_C = \vec{0}$   
 скорость ц.м.

В случае 1 ц.м. расположено на пересечении диагоналей квадрата

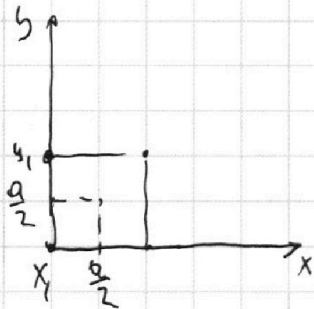
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

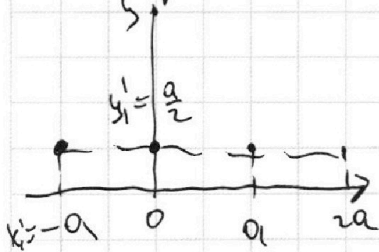
МФТИ

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



Т.к. шарики выровняются  
в горизонтальную прямую,  
то з.м. будет лежать на

этой прямой  $y_{з.м.} = \frac{a}{2} = \text{const} \Rightarrow$  все шары  
будут лежать на прямой  $y = \frac{a}{2}$



≠ шары (1):

$$y_1 = a; \quad x_1 = 0$$

$$y_1' = \frac{a}{2}; \quad x_1' = -a$$

$$d = \sqrt{(x_1 - x_1')^2 + (y_1 - y_1')^2} = \sqrt{a^2 + 0,25a^2} =$$

$$= a \sqrt{1,25} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

Ответ: 1)  $|q| = 4a \sqrt{\frac{17 \cdot \epsilon_0 \cdot T}{4 + \sqrt{2}}}$

2)  $k = aT \cdot \left(1 - \frac{13}{3(4 + \sqrt{2})}\right)$

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



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 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!

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!

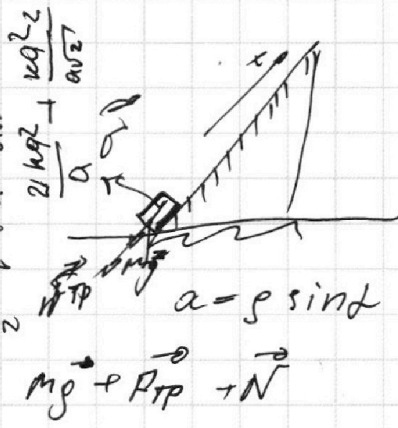
$$\frac{2 \cdot 200 \cdot 36}{10} = 2 \cdot 20 \cdot 36 =$$

$$\frac{200}{10 \cdot 20} = 1$$

$$\frac{200 \cdot 10}{200} = 10$$

$$200^2 = 20^2 = 400 -$$

$$\sqrt{400 - 36 \cdot 4} = \sqrt{36 \cdot 4} = 36 \cdot 4 =$$



$$mg \sin \alpha + 4mg \cos \alpha = ma$$

$$g \sin \alpha + 4g \cos \alpha = a$$

$$5^2 + 95 \cdot 10 \cdot 0.8 = a$$

$$6 + 4 = a$$

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

$$g = \frac{a}{2}$$

$$g = \sqrt{6 + \frac{a+2}{2}} = 6 \cdot 1 - \frac{10}{2} = 16 - 5 = 11$$

$$v^2 = 2gs \sin \alpha - 2v \cos \alpha$$

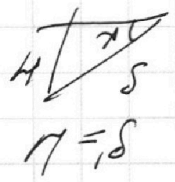
$$v^2 = 2gs \sin \alpha - 2v \cos \alpha$$

$$v^2 = 2gs \sin \alpha - 2v \cos \alpha$$

$$v^2 = 2gs \sin \alpha - 2v \cos \alpha$$

$$\frac{v^2}{2} = gs \sin \alpha - v \cos \alpha$$

$$mv^2 = mgH + mU^2 - 4mgS$$



$$v^2 - U^2 = 2gs \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha$$

$$\frac{35}{12} - 8 = 5 \cdot 8.95$$

$$\frac{200}{10 \cdot 16} = \frac{20}{4} = 5 = 125$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = H$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{v_0^2} \cdot x (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = 0$$

$$2x \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2$$

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x$$

$$x \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2$$

$$x \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - H_m$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - 4r^2$$

$$2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - 4r^2$$

$$s = \frac{v^2 - 4r^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha)}$$

$$2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - 4r^2$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) x^2 = H_m$$



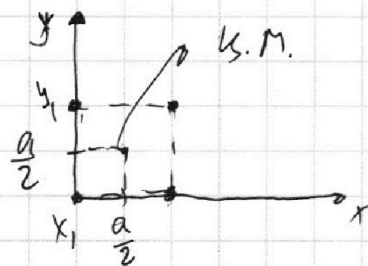
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

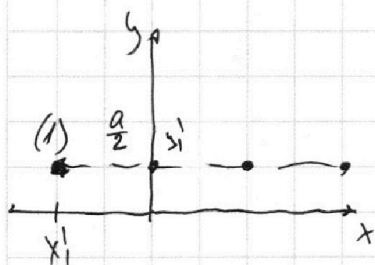
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



То Г.р. шарика выровняется в горизонтальную прямую,

то ц.м. будет лежать на этой прямой;

$\Rightarrow y_{\text{ц.м.}} = \frac{a}{2} = \text{const} \Rightarrow$  все шары будут лежать на прямой  $y = \frac{a}{2}$



и шарик (1)

$$y_1' = \frac{a}{2}; \quad x_1' = -a, \text{ т.т.}$$

линия горизонтальна.

$$x_1 = 0; \quad y_1 = a$$

$$d = \sqrt{(x_1 - x_1')^2 + (y_1 - y_1')^2} = \sqrt{0,25a^2 + a^2} = a\sqrt{1,25} = 0,5a\sqrt{5} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

Далее:

- 1)  $|q| = 4a \sqrt{\frac{\pi \epsilon_0 \rho}{4 + \sqrt{2}}}$
- 2)  $k = aT \left( 1 - \frac{52}{12(4 + \sqrt{2})} \right)$
- 3)  $d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$

$$1) |q| = 4a \sqrt{\frac{\pi \epsilon_0 \rho}{4 + \sqrt{2}}}$$

$$2) k = aT \left( 1 - \frac{13}{3(4 + \sqrt{2})} \right)$$

$$3) d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$



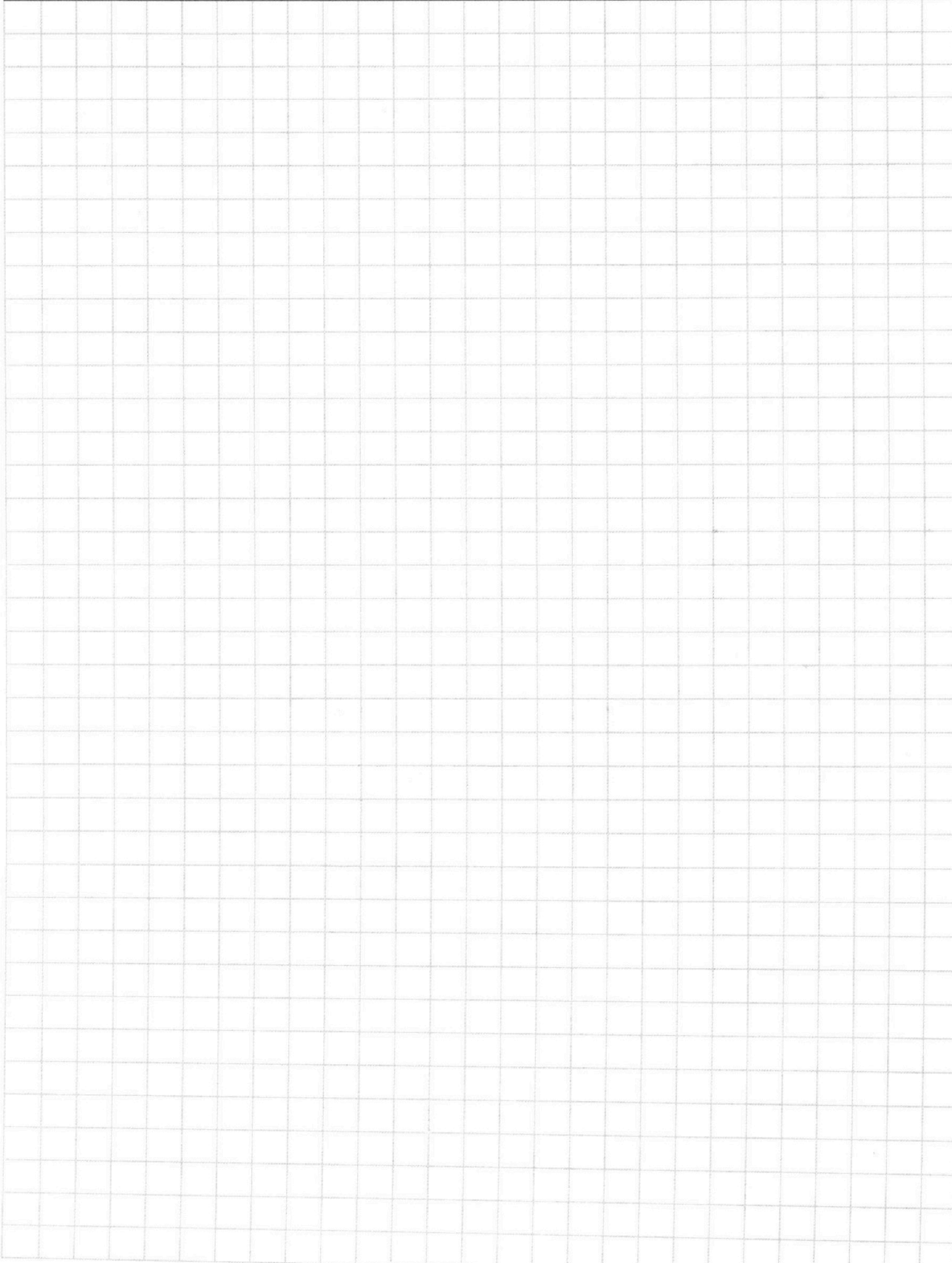
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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



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

**МФТИ**

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



№1.

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

$$v = v_0 - at$$

$$t = \frac{v_0 - v}{a}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$L = \frac{v_0^2 \cdot 1}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{gk} = \sqrt{10 \cdot 20 \text{ м}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

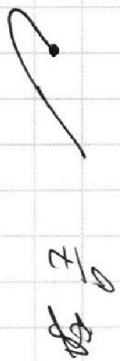
$$v = v_0 - at$$

$$at = v_0$$

$$t = \frac{v_0}{a}$$

$$v_0 - \frac{g t}{2} = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

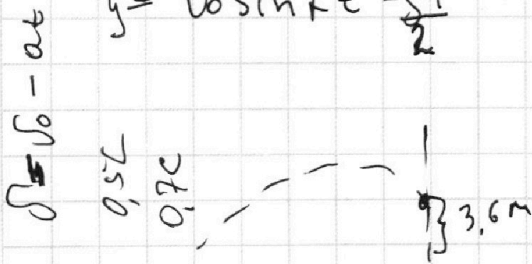


$$\frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H_{\text{max}}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{2H_{\text{max}} g}{v_0^2}$$

$$= \frac{\sqrt{245}}{v_0} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 10}{10\sqrt{2}}$$

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



$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = H_{\text{max}}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$$\frac{2}{2g} = \frac{2}{g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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



$$\frac{10.5 - 8 - \frac{2.5}{10.5}}{10.5}$$

$$y = v_0 \sin \omega t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \frac{x^2 - y^2}{2}$$

$$x = v_0 \cos \omega t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$y = x \tan \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$y(x) = x \tan \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = H_{\max}$$

$$x^2 \frac{g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) - x \tan \alpha + H_{\max} = 0$$

$$\left(\frac{\sin}{\cos}\right)' = \frac{\cos \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (2 \tan \alpha) - x = 0$$

$$\frac{\cos 2\alpha \cdot \cos 2\alpha + \sin 2\alpha \cdot \sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} = x = \frac{x^2 \cdot g}{2 v_0^2} \tan \alpha \quad \sin^2 + \cos^2 = 1$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{x \cdot g}{2 v_0^2} \cdot \tan \alpha = 0$$

$$\tan \alpha = 0$$

$$\frac{1 + \alpha}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 + \alpha}{2} \cdot \frac{1 + \alpha}{2}$$

$$\frac{c_p}{c_v} \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$\frac{1 + \alpha}{2} = \frac{10.5}{2} = 5.25$$

$$\frac{1 + \alpha}{2} = \frac{10.5}{2} = 5.25$$

$$y(x) = x \tan \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

$$y(x) = \tan \alpha - 2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} x \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = H_{\max}$$

$$\tan \alpha - x \cdot \frac{g}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = 0$$

$$\tan \alpha = x \frac{g}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$1.57$$

$$\frac{c_p - c_v}{c_v} = \frac{2R - R}{R} = 1$$

$$\frac{c_p - c_v}{c_v} = 1$$

- 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

Дано:

①  $v_0 = 6 \frac{m}{s}$ ;

$\sin \alpha = 0,6$ ;

$M = 0,5$ ;

$T = 10$ ;

②  $U = 1 \frac{m}{s}$

Найти:

①  $S$  - ?

②  $T_1$  - ?

③  $L$  - ?

Решение:

II закон Ньютона:

1)  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$

Oy:  $N = mg \cos \alpha$

Ox:  $mg \sin \alpha + Mmg \cos \alpha = ma$

$a = g \sin \alpha + M g \cos \alpha$

$\cos \alpha = 0,8$  (так как  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ )

$a = 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8 = 10 \frac{m}{s^2}$

X  $S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$  ( $v_0$  - в начале транспортира)

$S = v_0 T + \frac{a T^2}{2} = 6 \frac{m}{s} \cdot 10 + \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot (10)^2}{2} = 110 \text{ m}$

② Из закона изменения энергии:

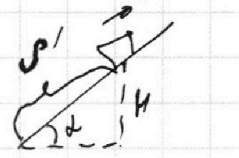
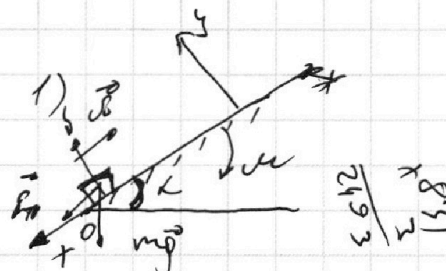
$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mU^2}{2} + A_{тр}$

$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mU^2}{2} - Mmg \cos \alpha S'$

$v^2 = 2g \cdot S' \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha S' + U^2$

$S' (2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha) = v^2 - U^2$

$S' = \frac{v^2 - U^2}{2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha} = \frac{36 \frac{m^2}{s^2} - 1 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,6 - 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8} \Rightarrow$



3.1.8.31.200  
= 3.831

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!



$$R = \frac{35}{4} = 8,75 \text{ M}$$

$$S = v_0 t - \frac{a t^2}{2} \quad (a = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}^2} \text{ (из пункта 1)})$$

$$\frac{a}{2} t^2 - v_0 t + S = 0 \quad \frac{i+2}{1} \quad \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$F_k = \mu m g S \quad \frac{i}{2} R \quad \frac{i+1}{2} \Rightarrow \frac{i+2}{2} \quad \frac{i+2}{1} = \frac{5}{3} R$$

$$S = \frac{k}{\mu m g} = \frac{k}{\mu m g} = \frac{k \sin \alpha}{\mu g (1 - \cos \alpha)}$$

// V=const

$$N_1 \cdot \frac{R}{2} \quad C_{12} = 1,5 \cdot \frac{3}{2} R \quad C_{31} = 2R$$

$$C_{23} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} =$$

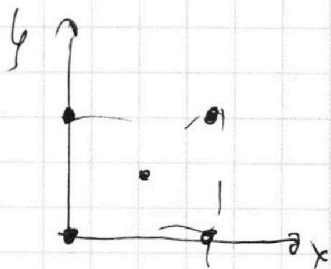
$$\frac{R}{2} - \frac{5}{3} R$$

$$\frac{R}{2} - \frac{3}{2} R$$

$$Q = C \Delta T = 2 \nu R \Delta T$$

$$Q = A + \Delta U \quad A = Q - \Delta U$$

$$A = 2 \nu R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{\nu R \Delta T}{2} - \frac{3 \nu R \Delta T}{2}$$



$$z_{cy} = \frac{2 m a}{4 m} = \frac{a}{2}$$

$$z_{cx} = \frac{2 m g}{4 m} = \frac{a}{2}$$

$$\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 200}{2} = 3 \cdot 831 = 2493 \approx 2500$$

$$1 \nu = 2 \nu - 3 \nu = \frac{\nu}{2} = -0,92 + 0,92 = 0$$

$$\frac{2 \cdot 831}{2} = 831$$

$$-c \nu R \Delta T$$

$$-c \nu R \Delta T = -12,831 = 0,92$$

$$-9942 + 3 \cdot 831 \nu R \Delta T$$

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!

$$P = \frac{d}{v} \quad \frac{mv^2}{2} = mgS \sin \alpha + \frac{mv^2}{2} - \sqrt{mg \cos \alpha} S$$

$$8P = \frac{d}{v} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$8P = \frac{d}{2v} \quad \alpha = 45^\circ \quad S(2g \sin \alpha - 2\sqrt{mg \cos \alpha}) = \frac{d^2}{2v^2}$$

$$S = \frac{36 - 16}{2 \cdot 10 \cdot 0.6 - 2 \cdot \sqrt{10 \cdot 0.8}} = \frac{36 - 16}{4} = 5 \text{ м.}$$

$$8P_1 v_1^2 = P_2 v^2 \quad \vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{0}$$

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{0} - \vec{v}_{\text{пер}} \quad v_{\text{отн}x} = 0 + 1 \frac{m}{2} = 1 \frac{m}{2}$$

$$P_2 v^2 = 8P_1 v_1^2 \quad v = \sqrt{\frac{8P_1 v_1^2}{P_2}} = \sqrt{\frac{128 \cdot 16}{20}} = \sqrt{1024} = 32$$

$v_8 = 0.6t$   
 $t = \frac{v_8}{0.6} = \frac{32}{0.6} = \frac{160}{3}$

$$\frac{mv^2}{2} = mgS \sin \alpha - \sqrt{mg \cos \alpha} S$$

$$\frac{800}{225} = \frac{16}{45} = \frac{v^2}{45} \Rightarrow v^2 = 800 \Rightarrow v = 28.28$$

$$P_2 v^2 = 8P_1 v_1^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{8P_1 v_1^2}{P_2}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 16 \cdot 16}{20}} = \sqrt{1024} = 32$$

$$S = \frac{36}{4} = 9 \text{ м}$$

$$P = 2v \Rightarrow v = \frac{P}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgS \sin \alpha - \sqrt{mg \cos \alpha} S$$

$$\frac{m \left(\frac{P}{2}\right)^2}{2} = mgS \sin \alpha - \sqrt{mg \cos \alpha} S$$

$$C - CP = 2P - \frac{2}{5}P = \frac{8P}{5}$$

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)

$$F \frac{mv^2}{2} = F \cdot \cos \alpha \cdot S - Mmg(mg - F \sin \alpha) S$$

$$\frac{mv^2}{2} = F \cdot S - Mmg \cos \alpha$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{8}$$

$$F \cdot S - Mmg \cos \alpha = F \cdot \cos \alpha \cdot S - Mmg(mg - F \sin \alpha) S$$

$$F - Mmg \cos \alpha = F \cos \alpha - Mmg + M \cdot F \sin \alpha$$

$$F = F \cos \alpha + M F \sin \alpha$$

$$F = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

$$\frac{mv^2}{2} = F \cdot S - Mmg S$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \mu$$

$$\frac{mv^2}{2} = F \cdot \cos \alpha - M(mg - F \sin \alpha) S$$

$$\mu = 1$$

$$F + Mmg = F \cos \alpha - Mmg + F \sin \alpha$$

$$F = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) =$$

$$M \sin \alpha = -\cos \alpha$$

$$\mu = -\cot \alpha$$

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

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

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

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

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

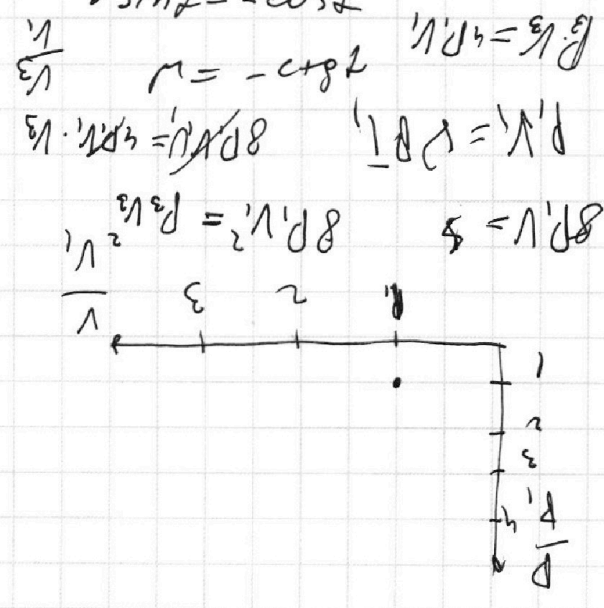
$$\mu = \frac{1}{3}$$

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

$\delta P_1 V^2 = P_3 \cdot 4 V^2$   
 $P_3 = 2 P_1$

$\delta P V = \text{const}$   
 $P V = \text{const}$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $P_2 = \frac{1}{2} P_1$   
 $P_3 V_3 = P_1 V_1$   
 $P_3 = 2 P_1$   
 $P_4 V_4 = P_1 V_1$   
 $P_4 = P_1$





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


Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

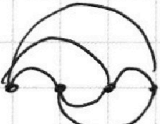
**МФТИ**

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

$$2 \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}}$$



$$\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{a}$$



$$\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{a}$$

$$3 \frac{1}{2} (4 + \sqrt{2}) \frac{kq^2}{a} = \frac{52}{3 + 4\sqrt{2}} T a$$

$$y = 5 + 9B - \frac{2 \cdot (4 + \sqrt{2})}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{3} - \frac{2}{3} = 0$$

$$k = \frac{52}{3 + 4\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{5} = 2.236$$

$$2.236^2 = 5$$

$$2.236 \cdot 2 = 4.472$$

$$2.236 \cdot 3 = 6.708$$

$$2.236 \cdot 4 = 8.944$$

$$2.236 \cdot 5 = 11.18$$

$$2.236 \cdot 6 = 13.416$$

$$2.236 \cdot 7 = 15.652$$

$$2.236 \cdot 8 = 17.888$$

$$2.236 \cdot 9 = 20.124$$

$$2.236 \cdot 10 = 22.36$$

$$2.236 \cdot 11 = 24.596$$

$$2.236 \cdot 12 = 26.832$$

$$2.236 \cdot 13 = 29.068$$

$$2.236 \cdot 14 = 31.304$$

$$2.236 \cdot 15 = 33.54$$

$$2.236 \cdot 16 = 35.776$$

$$2.236 \cdot 17 = 38.012$$

$$2.236 \cdot 18 = 40.248$$

$$2.236 \cdot 19 = 42.484$$

$$2.236 \cdot 20 = 44.72$$



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!

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + \sqrt{2}}{13.4 \cdot 0.1} = \frac{12.74 + \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + \sqrt{2}}{1.34} + \sqrt{2} \\
 &= \frac{12.74 + \sqrt{2}}{1.34} + \frac{1.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} = \frac{12.74 + \sqrt{2} + 1.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 2.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} = \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} = \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34} \\
 &= \frac{12.74 + 3.34 \cdot \sqrt{2}}{1.34}
 \end{aligned}$$