



**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.

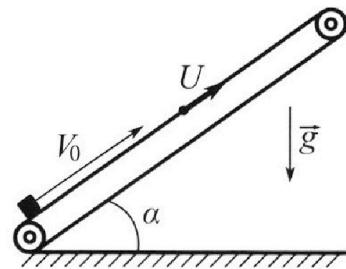
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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

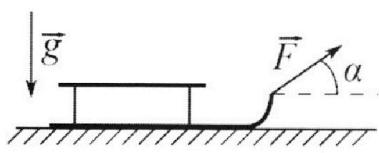
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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  $g$ .

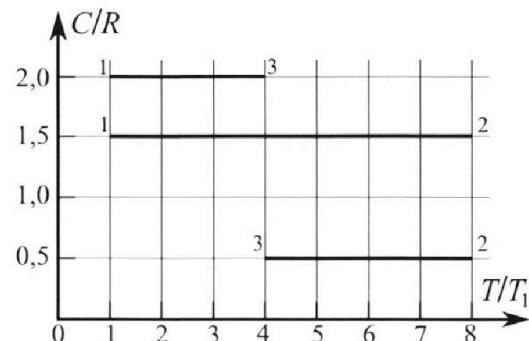
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

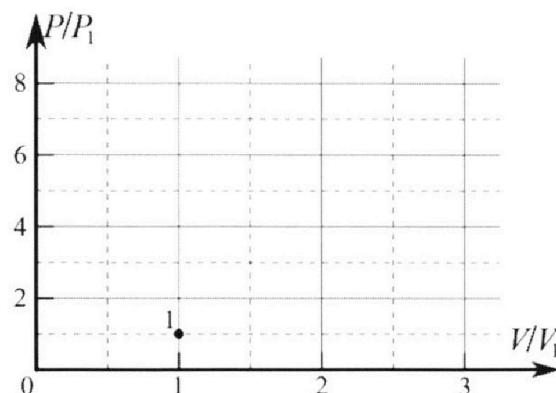
**Вариант 10-02**

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 процесах: 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).

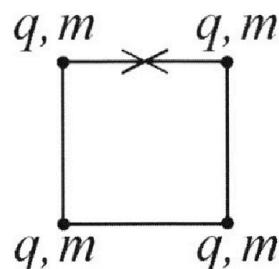


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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 вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

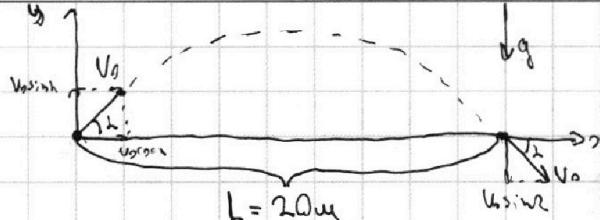
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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



$$V_0 - ?$$

$$\alpha = 45^\circ$$

1) 0.x

$$V_0 \cos \alpha t = L \quad t - \text{время полета мяча}$$

$$0.4 - V_0 \sin \alpha = V_0 \sin \alpha - gt$$

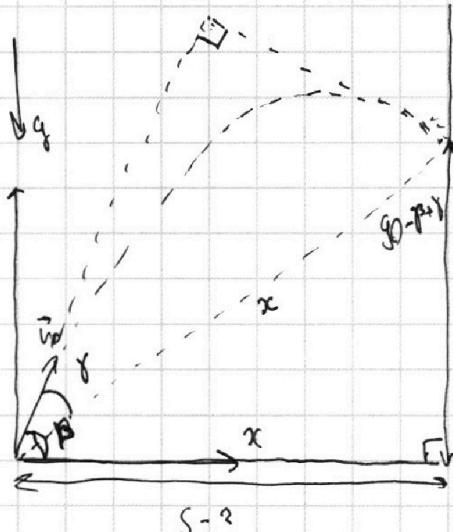
$$\begin{cases} V_0 \cos \alpha t = L & t = \frac{L}{V_0 \cos \alpha} \\ 2 V_0 \sin \alpha = gt \end{cases}$$

$$2 V_0 \sin \alpha = \frac{gt}{V_0 \cos \alpha}$$

$$V_0^2 = \frac{g^2 L}{2 \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{g^2 L}{\sin 2\alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g^2 L}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2)



Задача, что если  $H$ -макс, а  
 $s = \text{const}$ , то  $x$  (расстояние от  
 $H=3$ , где мяч спущен до уровня  
спускаемой мячи и спущен)  
такое будет так:

$$x = \sqrt{H^2 + s^2}$$

$x$  макс (расстояние от спускаемой мячи)  
будет если начальная скорость  
спущен и конечная скорость  
спущен перпендикулярны.

иначе

$V_n$  - величина скорости в начальном  
уровне.

$m$  - massa мяча

$$3. c. 7 \quad \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_n^2}{2} + mgH$$

$$V_n^2 = V_0^2 - 2gH$$

$$V_n = \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \sqrt{200 - 42} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2} \text{ м/с}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

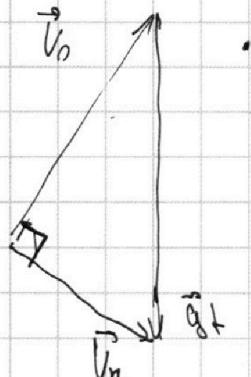
6

7

МФТИ



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



$$\cdot V_0^2 + V_H^2 = g^2 t^2$$
$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + V_H^2}}{g} = \frac{\sqrt{200 + 12.8}}{10} = \frac{\sqrt{82.1}}{10} \text{ с}$$

Учебник

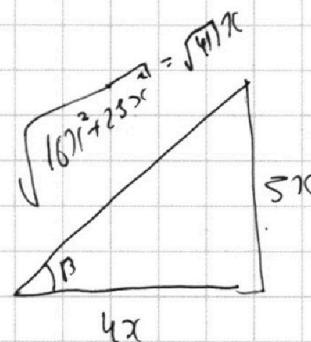
• Q. 2

$$V_0 \cdot \cos \beta = V_H \sin \beta$$

$$\frac{V_0}{V_H} = \tan \beta = \frac{10\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = \frac{5}{4}$$

$$V_0 \cos \beta \cdot t = S =$$

$$= 10\sqrt{2} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{\sqrt{82.1}}{10} = 16 \text{ м}$$



$$\text{Ответ: } S = 16 \text{ м } V_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$



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

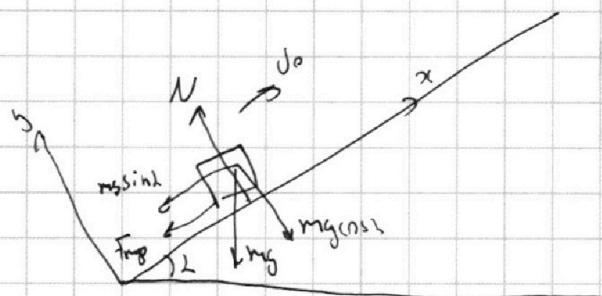
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1      2      3      4      5      6      7

МФТИ

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

$$\sin 2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos 2 = \frac{4}{5}$$



$$1) \quad 0.4 \quad N = mg(\cos\alpha)$$

$$0.7x \quad mgs \sin 2 + F_{mp} = ma \quad a = g \sin 2 + \mu g(\cos 2) = 10 \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 = 10 \text{ m/s}^2$$

Q.X. Найдите сумму первых  $n$  членов геометрической прогрессии с первым членом  $a_1 = 1$  и общим соотношением  $a_n = a_{n-1} \cdot q$ , если  $a_5 = 16$ .

$$0 = V_0 - g_1 t = 6 - 10t \quad t = \frac{3}{5} \text{ s} \quad s_1 = V_0 t - \frac{g_1 t^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{90}{5} = \frac{18 - 90}{5} = \frac{-72}{5} = -14.4 \text{ m}$$

$$F_{\text{parallel}} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$$

$$a_3 = g \cdot \sin\alpha - \mu g \cos\alpha = 10 \cdot \frac{3}{5} - 4 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$S_2 = \frac{a_2}{2} \cdot \frac{(T-t)^2}{2} = \frac{2 \cdot 4}{2 \cdot 25} = \frac{4}{25} \text{ m}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{g}{5} + \frac{4}{25} = \frac{4g}{25}$$

2)  $a_1$ -struktur muss mit  $\tau_{\text{schw}}$  in  $\tau_{\text{schw}}$  übereinstimmen

round United says, may be more numerous than the *Sphaerula gallica* O.

$$0 = V_0 - aT_1 = 6 - 10T_1 \quad T_1 = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

3) можем написать выражение вида  $\omega = \omega_0 \sin(\varphi - \varphi_0)$ , где  $\omega_0$  — амплитуда колебаний,  $\varphi_0$  — фаза колебаний в начальный момент времени  $t=0$ .  
 $\omega_0 = 2\pi f = 2\pi / T$

$$|DGM| = \omega + \alpha_2 T_2 \pi \quad \alpha_2 \pi T_2 = \frac{1}{2} c$$

$$3a T_1 \text{ karpasus numerus } \delta \quad S_1^1 = U_0 T_1 + U \cdot T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} + \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{50}^2$$

$$= \frac{21}{5} + \frac{3}{5} = \frac{12}{5} \text{ м} \quad \text{Задача 2.} \quad S_2' = U T_2 - \frac{a_2 T_2^2}{2} = \frac{1}{2} - \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

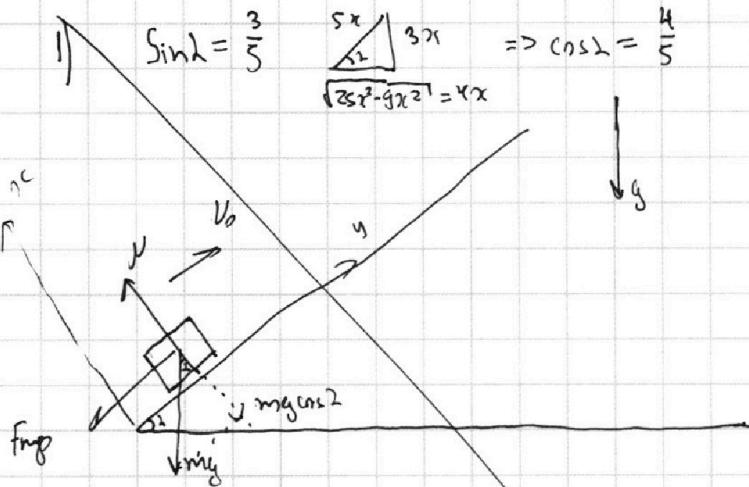
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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



$$0. x: N = mg \cos \alpha$$

$$0. y: m \sin \alpha + F_{\text{fr}} = ma$$

$$0. y: S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 4 \text{ м}$$

$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ F_{\text{fr}} = ma \cdot \sin \alpha \\ F_{\text{fr}} = \mu N \end{cases} \quad \mu \sin \alpha = \frac{ma}{N} = \frac{m \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$a = g \cos \alpha + g \sin \alpha = 4 + \frac{3}{5} = 10 \text{ м/с}^2$$

~~10,8 м/с<sup>2</sup>~~

2) ~~Ускорение сокращает ось x, т.е. вектор сил не лежит в~~

$$a = 4 \text{ м/с}^2$$

~~Векторы силы тяжести и тормозной будут сокращать ось x~~

~~Потому что у тормозной будет значение  $\mu = 1 \text{ м/с}^2$ , то максимальное значение~~

~~ускорения тормоза будет равно 0~~

$$V_x = 0 = V_0 - a T_1 = 6 - 4 T_1 = 0 \quad T_1 = \frac{3}{2} \text{ с}$$

3)

~~После этого как 4 тормозной сокращение будет  $0 = 1 \text{ м/с}^2$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

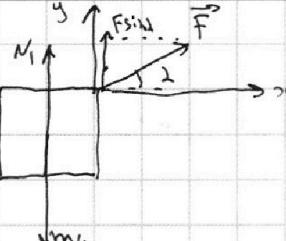
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

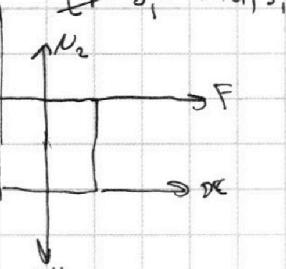
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) 

0.4  $N_1 = mg - F \sin 2^\circ$   
 0.2c  $\text{FMA } F \cos 2^\circ - F_{\text{f},1} - mg \sin 2^\circ = ma_1$

~~3.6.7~~  $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2} = m a_1 s_1$

~~3.6.2.~~  $F \cdot S_1 = K + F_{\text{f},1} \cdot S_1 \Rightarrow F = \frac{m a_1^2 + m a_1 \cdot \mu g \sin 2^\circ}{2} = m a_1 + F_{\text{f},1}$

2) 

0.4  $N_2 = mg$   
 0.2c  $F - F_{\text{f},2} = m a_2$

~~3.6.7.~~  $F \cdot S_2 - \mu g \cdot S_2 = m a_2 \cdot S_2 + F_{\text{f},2} \cdot S_2 \Rightarrow F = m a_2 + F_{\text{f},2}$

$\left\{ \begin{array}{l} F \cos 2^\circ - \mu g \sin 2^\circ + \mu F \sin 2^\circ = m a_1 \\ F - \mu g \sin 2^\circ = m a_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F \cos 2^\circ + \mu F \sin 2^\circ + m a_2 - F = m a_1 \\ m a_1 = \frac{K}{S_1} \quad \frac{a_1}{a_2} \approx 1 \Rightarrow q_1 = q_2 \\ m a_2 = \frac{K}{S_2} \end{array} \right.$

$\mu = \frac{F - F \cos 2^\circ}{F \sin 2^\circ} = \frac{1 - \cos 2^\circ}{\sin 2^\circ}$

~~3.6.7.~~  $\mu = \frac{1 - \cos 2^\circ}{\sin 2^\circ}$



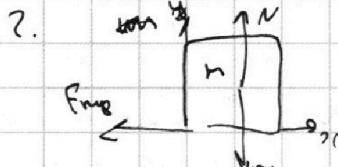
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



нормаль

$$0.4 \quad N = mg$$

$$0.7 \quad F_{\text{тр}} = ma = \mu N = \mu mg$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \mu g \\ K = \frac{mv^2}{r} \end{array} \right.$$

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

$$M \quad s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2x}{2\mu g} = \frac{x}{\mu g}$$

$$= \frac{\mu F \sin \alpha}{F \cos \alpha} \sqrt{\frac{x}{(1 - \cos \alpha) g}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$1) \quad J=1 \quad i=3 \quad T_1 = 200K$$

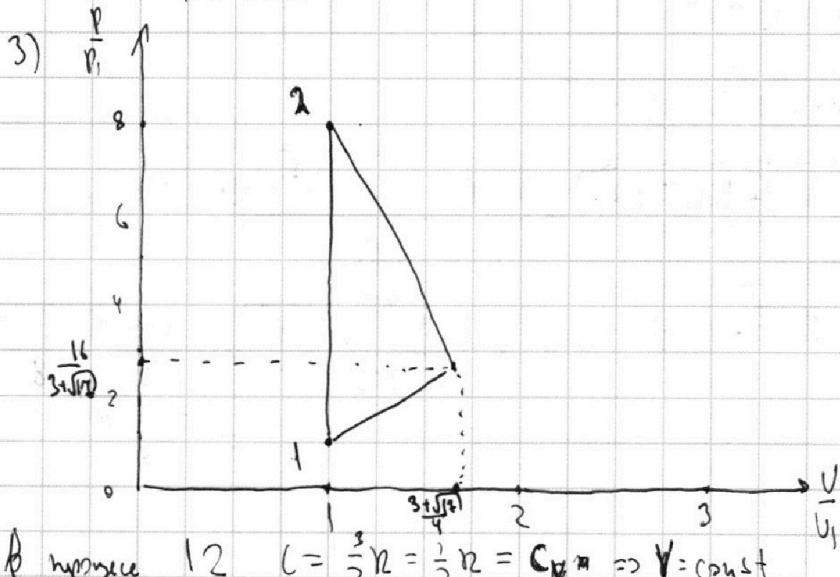
$$Q_{31} = I_{31} + U_{31} \quad A_{31} = Q_{31} - U_{31} = C \cdot J \Delta T - \frac{1}{2} J \gamma R_0 T$$

$$\begin{cases} C = 2R \\ T_3 = 4T_1 = 800K \Rightarrow \Delta T = 600K \end{cases}$$

$$A_{31} = 2000 \quad \text{или} \quad 2000 = 2R \cdot 600 / \Delta T - \frac{3}{2} R \Delta T = -\frac{3}{2} R \Delta T = -\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 600 = -1800$$

$$2) \quad n = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{1.5n \Delta T_1 + 0.5n \Delta T_{23} + 0.5n \Delta T_{31}}{1.5n \Delta T_{12}} =$$

$$= \frac{1.5 \cdot 1400 - 0.5 \cdot 800 - 2 \cdot 600}{1.5 \cdot 1400} = \frac{1400 + 400 - 1200}{2100} = \frac{600}{2100} = \frac{5}{21}$$



В первом процессе  $T_2$   $C = \frac{3}{2}n = \frac{3}{2}R \Rightarrow V = \text{const}$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = J \gamma R T_1 \\ \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3} \quad (\text{из условия}) \\ P_2 V_2 = J \gamma R T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = J \gamma R T_3 \\ P_1 V_1 = J \gamma R T_1 \end{cases} \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

5 шаг 23 - решения A<sub>23</sub>

$$A_{23} = Q_{23} - U_{23} \quad A_{23} = \frac{1}{2} J \eta \Delta T - \frac{3}{2} J \eta \Delta T = -\eta \Delta T = 800 \text{ В}$$

$$\begin{cases} \frac{P_2 + P_3}{2} (V_3 - V_1) = A_{23} \\ P_3 V_3 = 4 P_1 V_1, \quad P_3 = \frac{4 P_1 V_1}{V_3} \end{cases}$$

$$(8P_1 + P_3)(V_3 - V_1) = 2 A_{23}$$

$$-8P_1 V_1 + 8P_1 V_3 + 4P_1 V_1 - P_3 V_1 = 2 A_{23}$$

$$V_3 = V_2 \quad 1600 \text{ В} - 2 A_{23} = 1600 \text{ В} - 1600 \text{ В} -$$

$$V_3 \cdot 8P_1 - \frac{4P_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ В} = 0$$

$$V_3^2 \cdot 8P_1 - \frac{4R T_1 V_1}{V_3} - 800 \text{ В} V_3 = 0$$

$$V_3 = \frac{600 \text{ В} \pm \sqrt{6400000 \text{ В}^2 + 16R T_1 V_1 8P_1}}{16P_1} = \frac{800 \text{ В} \pm \sqrt{6400000 \text{ В}^2 + 148 \cdot 200 \text{ В}^2}}{16P_1} =$$

$$= \frac{800 \text{ В} \pm \sqrt{6400000 \text{ В}^2 + 800 \text{ В}^2 + 148 \cdot 200 \text{ В}^2}}{16 \cdot 10 \cdot 200} \quad V_1 = \frac{8 \pm \sqrt{64 + 4 \cdot 148}}{32} V_1 = \frac{8 \pm 4\sqrt{14}}{32} = \frac{2 \pm \sqrt{14}}{8}$$

$$8P_1 V_3 - P_3 V_1 - 4P_1 V_1 - 2A_{23} = 0$$

$$8P_1 V_3 - \frac{4P_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ В} - 1600 \text{ В} = 0$$

$$8P_1 V_3^2 - 2400 \text{ В} V_3 - 4000 \text{ В} \cdot 800 \text{ В} = 0 \quad 8 \cdot 200 \text{ В} V_3^2 - 2400 \text{ В} V_3 - 800 \text{ В} = 0$$

$$V_3 = \frac{2400 \text{ В} V_3 + 800 \text{ В}}{16P_1}$$

$$\frac{2V_3^2}{V_1} - 3V_3 - V_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{3V_1 \pm \sqrt{9 + 8V_1}}{4} V_1 = \frac{3 + \sqrt{14}}{4} V_1$$

$$P_3 = \frac{4P_1 V_1}{V_3} = \frac{16P_1 V_1}{3 + \sqrt{14} V_1} = \frac{16P_1}{3 + \sqrt{14}}$$

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

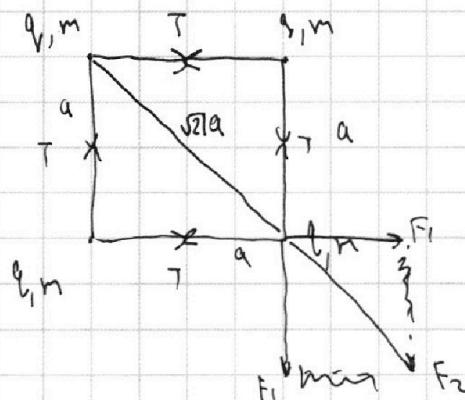
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ$$

$$F_1 = \frac{q^2}{a} = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0}a}$$

$$F_2 = \frac{q^2}{\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0}\sqrt{2}a}$$

$$T = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0}a} + \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0}\sqrt{2}a} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3q^2}{8\sqrt{\epsilon_0}a}$$

$$q = \sqrt{\frac{T \cdot 8\sqrt{\epsilon_0}a}{3}}$$



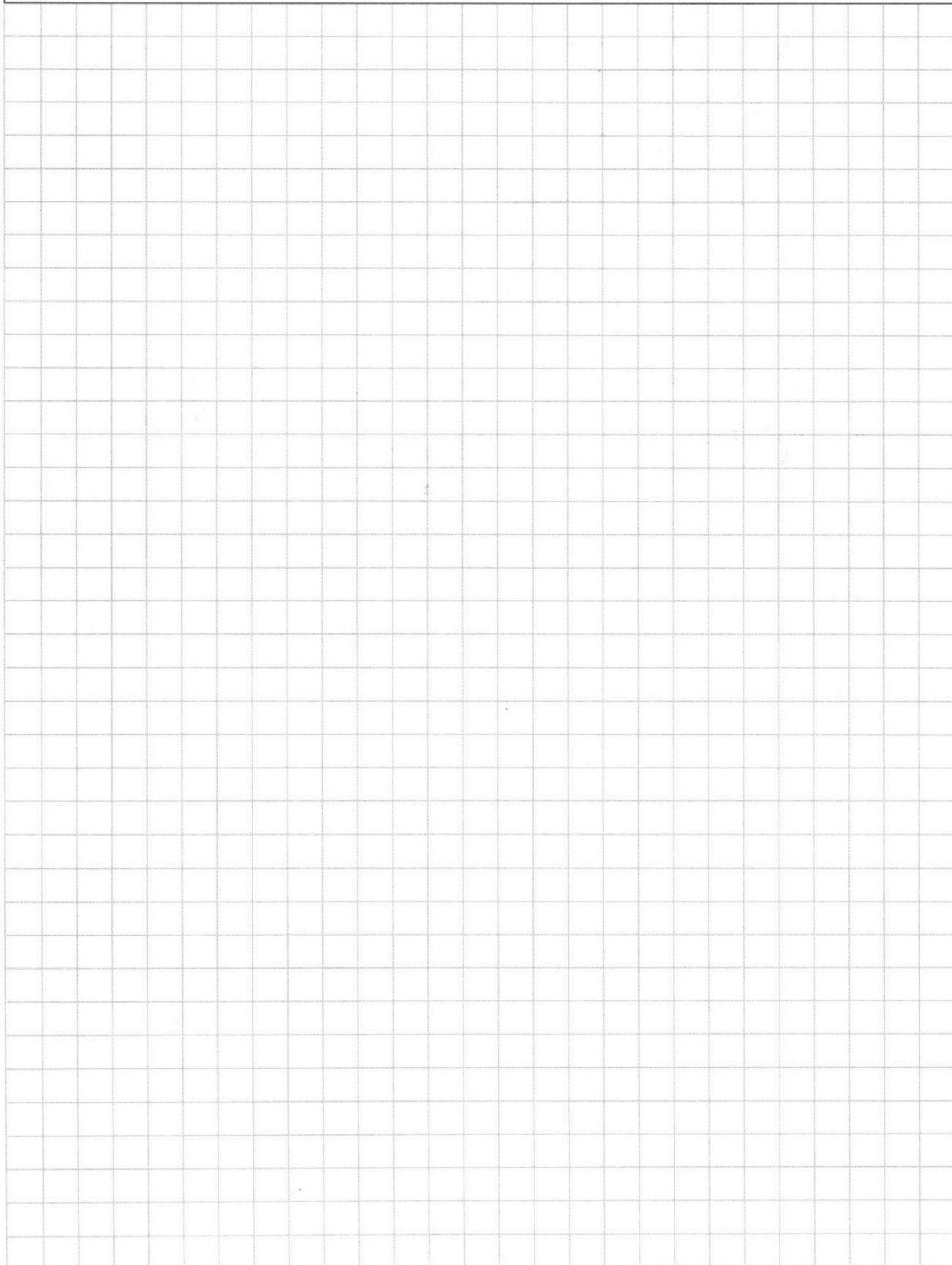
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

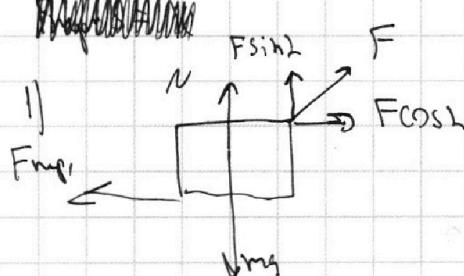


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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.



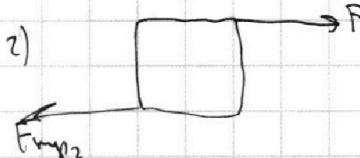
$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{\mu_1 g^2 s_1^2}{2k_1^2} = \frac{m(F\cos\alpha - F_{f1})t_1^2}{2m} = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2}$$

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

$$F_{f1} = \mu(mg - F\sin\alpha)$$

$$F \cdot S_1 - F_{f1} \cdot S_1 = K$$

$$F\cos\alpha - F_{f1} = ma_1 \quad s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{(F\cos\alpha - F_{f1})t_1^2}{2m}$$



$$F_{f2} \cdot S_2 \quad F \cdot S_2 - F_{f2} \cdot S_2 = K$$

$$F \cdot S_2 - \mu(mg - F\sin\alpha) = K = \frac{mv^2}{2} \quad F_{f2} = \mu(mg + F\cos\alpha)$$

$$K = m a_2 t$$

$$K = m a_2 s$$

$$F - \mu(mg - F\sin\alpha) = \frac{m a_2 t^2}{2}$$

$$\begin{cases} F - \mu m_1 g = m a_2 \\ F \cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha) = m a_1 \end{cases}$$

$$F \cdot S_1 = K$$

$$F \cdot S_1 = K$$

$$F \cdot S_2 = K$$

$$K = F\cos\alpha \cdot S_1 - F_{f1} \cdot S_1$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2} = m a_1 s$$

$$K = F\cos\alpha \cdot S_2 - F_{f2} \cdot S_2 =$$

$$K = m a_2 s_1 \quad m a_2 s_2 = m a_2 s$$

$$m a_1 = F\cos\alpha - F_{f1}$$

$$m a_1 + F_{f1} = \cos\alpha (m a_2 + F_{f2})$$

$$m a_2 = F\cos\alpha - F_{f2}$$

$$m a_1 + \mu(mg - F\sin\alpha) = \cos\alpha (m a_2 + \mu mg)$$

$$F - \mu mg = m a_2$$

$$K = m a_2 s$$

$$\underline{F = m} \quad m = \frac{F}{a}$$

$$m v = F t_1$$

$$s_1 = \frac{v^2}{2 a_2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ**

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

$$J=1 \quad i=3$$

$$Q = C \Delta T$$

$$\begin{array}{r} 6,31 \\ \times 3 \\ \hline 1893 \end{array}$$

~~$$Q = A + U = A + \frac{1}{2} \Delta T$$~~

$$A = C \Delta T - \frac{1}{2} \Delta T = 1.5 C \Delta T - \frac{3}{2} \Delta T$$

$$n = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{Q_{123}}{1.5 C \Delta T}$$

~~$$C_p = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} R$$~~

$$A_{12} = Q_{12} - U_{12} = \frac{3}{2} C \Delta T - \frac{3}{2} C \Delta T$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 4 \\ \hline 5 \\ 9 \\ 2 \end{array}$$

$$P_1 V_1 = C \Delta T_1$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 9 \\ 2 \\ \hline 6 \\ 4 \\ \hline 0 \\ 5 \\ 6 \end{array}$$

$$P_2 V_2 = C \Delta T_2$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 5 \\ 6 \\ \hline 3 \\ 2 \\ 8 \\ \hline 1 \\ 6 \\ 4 \\ \hline 8 \\ 2 \\ \hline 4 \\ 1 \end{array} \Big| 2$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{8} \quad \gamma_2 = 8 \gamma_1$$

$$P_2 V_2 = C \Delta T_2$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{4 T_1}{8 T_1} = \frac{P_3 V_3}{8 P_2 V_1}$$

$$P_3 V_3 = C \Delta T_3$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{4 T_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1}$$

$$P_1 V_1 = C \Delta T_1$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} R \Delta T = A_{23} + U_{23} = \frac{3}{2} C \Delta T$$

$$A_{23} = - C \Delta T = 1.5 (1600 - 800) = 1200 \text{ J}$$

~~$P_2 = P_1$~~

$$\frac{P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1) = \frac{P_1 + 4}{2} \frac{P_1 V_1}{V_3} (V_3 - V_1)$$

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

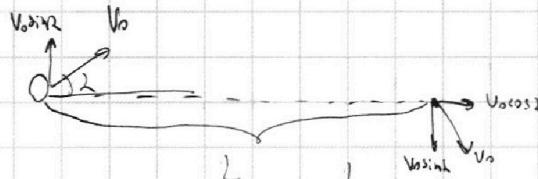
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ**

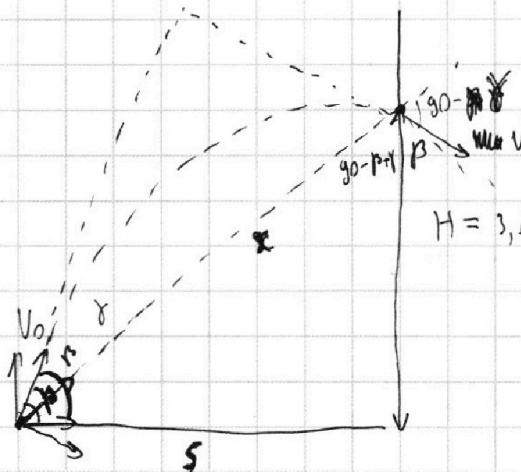
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$1) V_0 \cos \theta_0 t = L \Rightarrow V_0 = \frac{L}{t \cos \theta_0}$$

$$-V_0 \sin \theta_0 = V_0 \sin \theta_0 - gt \quad t = \frac{2V_0 \sin \theta_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{Lg}{2V_0 \sin \theta_0 \cos \theta_0} \quad V_0^2 = \frac{L^2 g}{2 \sin 2 \theta_0} \\ = \frac{L^2 g}{2 \sin 2 \theta_0} = \frac{20 \cdot 10}{2 \sin 2 \cdot 30^\circ} = \frac{20 \cdot 10}{1}$$

2)



$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_H^2}{2} + m g H$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{V_H^2}{2} + g H$$

$$V_0 \sin \theta_0 - g t = V_H \cos \theta$$

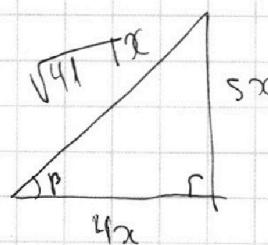
$$V_H = \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \sqrt{200 - 128} = \\ = \sqrt{128} = 8\sqrt{2}$$

$$10\sqrt{2} \sin 30^\circ - \sqrt{128} = 8\sqrt{2} \cos 30^\circ$$

$$V_0 \cos \theta_0 = V_H \sin \theta$$

$$\frac{V_0}{V_H} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$V_0 \cos \theta_0 t = s \quad V_0 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{128}}{g} = s$$



$$\sqrt{21} \cdot \sqrt{21} \cdot 4 \cdot 2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

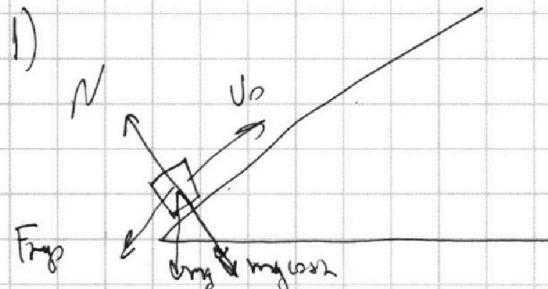


- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

МФТИ

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

2.  $\sin 2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos 2 = \frac{4}{5}$



~~НН~~  $\frac{mv^2}{2} \geq F_{\text{нр}} s = \mu m g s$

$s = \frac{v^2}{2\mu g}$

$m g \cos 2 = N \quad F_{\text{нр}} = \mu N = \mu m g \cos 2$

$\mu m g \cos 2 = m a \quad a = \frac{\mu g \cos 2}{m} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5}$

$V_x = V_0 - a T = 6 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 2$

~~НН~~  $s = V_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 - \frac{4}{2} = 4 \text{ м}$

2) ~~НН~~  $F_{\text{нр}} = \mu m g \cos 2 \quad a = \mu g \cos 2 = 4 \text{ м/с}^2$

$V_x = 0 = V_0 - a T_1 \quad 6 = 4 T_1 \quad T_1 = \frac{6}{4}$

Окончательно получим время движения -  $a$

$V_0$

$F_{\text{нр}} = \frac{1}{2} m g \frac{4}{5}$

$m g \sin 2 = m g \cdot \frac{3}{5} \quad \frac{3}{5} v = \frac{4}{5} a$

$a = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot 5 \cdot 2a}{2} = m a$

~~НН~~ F

