



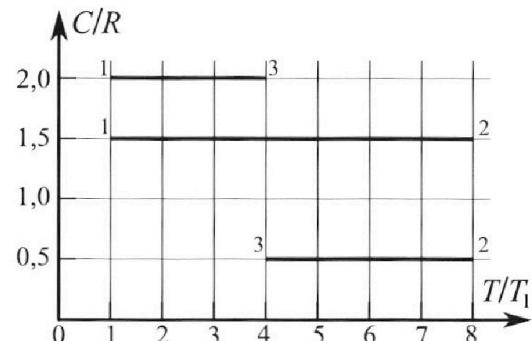
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-02**

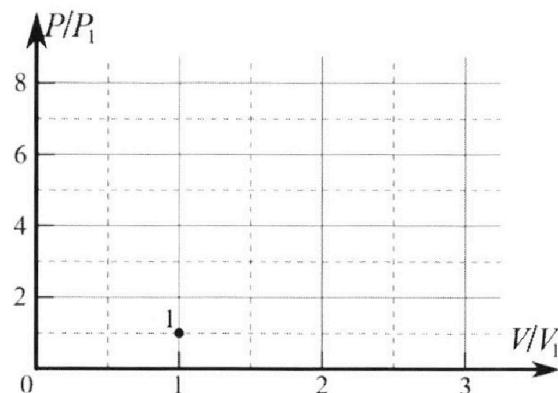


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

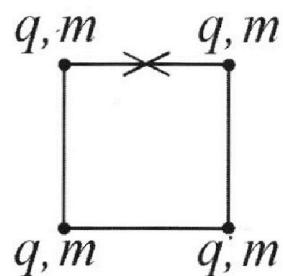


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка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



# 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.

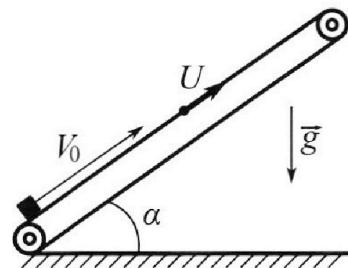
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

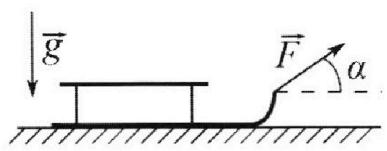
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

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!

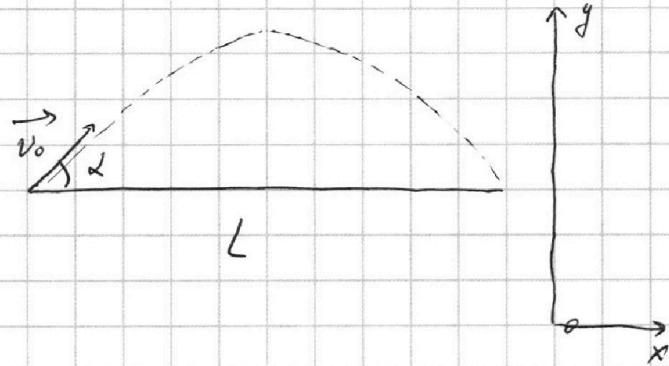
$$1) L = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

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

$$2v_0 \sin \alpha = gt$$

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



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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{200}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с} \quad \text{Ответ: } v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$2) H = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot t$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

$$H = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2} + g^2 \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

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

$H(\tan \beta)$  - квадратичная зависимость - парабола ветвями вниз

$$H_{\max}, \text{ при } \tan \beta = -\frac{S}{g S^2 / v_0^2} = \frac{+v_0^2}{g S}$$



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!

$$H_{\max} = S \cdot \left( \frac{v_0^2}{g S} \right) - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \left( \frac{v_0^2}{g S} \right)^2 = \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$S = \sqrt{\left( H_{\max} - \frac{v_0^2}{2g} \right) \cdot \frac{2 v_0^2}{g}} = \sqrt{\left( \frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{400}{10}} =$$

$$= \sqrt{6,4 \cdot 40} = 16 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 16 \text{ м}$



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

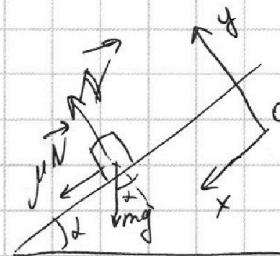
$$\text{OX: } \mu N + m g \sin \alpha = m a$$

$$\text{OY: } N - m g \cos \alpha = 0$$

$$m a = \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

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

$$L' = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = v_0 T - \frac{g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2} = \\ = 6 \cdot 7 - \frac{10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 7^2}{2} = 1$$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$L'$  - расстояние от начальной точки до конца, если пружина не изменила направление движения  
 $v_0 T - g T = 0$   
 $T' = \frac{v_0}{g} = 0,6 \text{ c}$ , т.к.  $T > T'$  то пружина

скажет оценка на максимальную высоту  
 а затем скажет, что это и есть та  
 сама пружина изменила свое направление

$$S = v_0 T' - \frac{g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T'^2}{2} + \frac{g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) (T - T')^2}{2} = \\ = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 0,6^2}{2} + \frac{10 \cdot (0,6 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot 0,4^2}{2} = \\ = 3,6 - 1,44 + 0,16 = 2,96 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 2,96 \text{ м}$

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 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!

$$2) v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T_1 = u$$

$$T_1 = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{5}{10(0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 0,5 \text{ с}$$

$$0 \text{ м} \text{с}^{-1} \text{с} : T_1 = 0,5 \text{ с}$$

$$3) \Delta E_{\text{НЕХ}} = A_{\text{исч}} \text{с}$$

$$A_N = 0, A_{mg} = \Delta E_D, A_{\text{ВНЕШ}} = A_D$$

$$-\left(\frac{mv_0^2}{2} - mgL \sin \alpha\right) = -\mu mg \cos \alpha L$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgL \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha L$$

$$L = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{36}{2 \cdot 10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = 1,8 \text{ м}$$

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

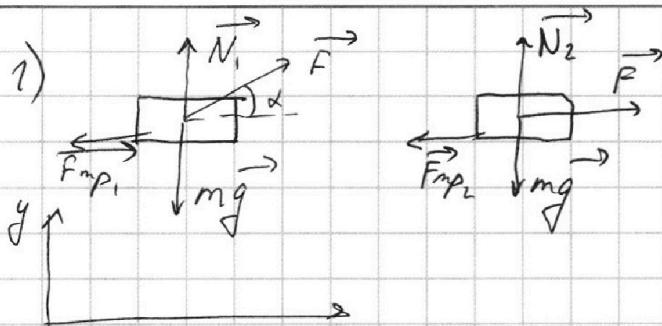
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\text{OX: } F \cos \alpha - \mu N_1 = ma,$$

$$\text{OY: } N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

$$S_1 = \frac{v_0^2 - 0}{2a_1} \Rightarrow a_1 = \frac{v_0^2}{2S_1}$$

$$\text{OX: } F - \mu N_2 = ma_2$$

$$\text{OY: } N_2 - mg = 0$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$S_2 = \frac{v_0^2 - 0}{2a_2} \Rightarrow a_2 = \frac{v_0^2}{2S_2}$$

$$\text{m.k. } S_1 = S_2, \text{ mo } \frac{v_0^2}{2S_1} = \frac{v_0^2}{2S_2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{F}{m}(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\frac{F}{m}(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = \frac{F}{m}$$

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$2) \Delta E_{\text{Mech}} = A_{\text{внеш}}$$

$$A_n = 0, A_{ng} = \Delta E_n = 0, \text{ значит } A_{\text{внеш}} = A_D$$

$$0 - k = -\mu mg S$$

$$k = \mu mg S$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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) №1 определение  $C = \frac{A + \Delta A}{V \cdot \Delta t}$

$$C = \frac{A}{V \Delta t} + \frac{i}{2} R$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A}{V R \Delta t} + \frac{i}{2}$$

$$A_{31} = \left( \frac{C_3}{R} - \frac{i}{2} \right) V R \Delta T_{31} = (2 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (1-4) \cdot 200 =$$

$$= -0,5 \cdot 8,31 \cdot 600 = -3 \cdot 831 = -2493 \text{ Dm}$$

Объем:  $A_{31} = -2493 \text{ Dm}$

2)  $\bar{C} = \frac{\sum A}{Q_n}$

$$A_{12} = \left( \frac{C_{12}}{R} - \frac{i}{2} \right) V R \Delta T_{12} = (3,5 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (3-1) \cdot 200 = 0$$

$$A_{23} = \left( \frac{C_{23}}{R} - \frac{i}{2} \right) V R \Delta T_{23} = (0,5 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (4-3) \cdot 200 = \\ = -8 \cdot 831$$

$$\sum A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 8 \cdot 831 - 3 \cdot 831 = 5 \cdot 831$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} V R (3-1) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 1400 = 21 \cdot 831$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} V R (4-3) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (-800) = -12 \cdot 831$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} V R (4-1) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (-600) = -9 \cdot 831$$

$$\bar{C} = \frac{5 \cdot 831}{8 \cdot 831 + 21 \cdot 831} = \frac{5}{29}$$

Объем:  $\eta = \frac{5}{29}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$3) p_1 V_1 = \gamma R T_1$$

$$p_2 V_2 = \gamma R \cdot 8T_1$$

$$p_3 V_3 = \gamma R \cdot 4T_1$$

м.к.  $A_{12} = 0$ , то процесс 1-2 изохорный

$$p_2 = 8p_1, V_2 = V_1$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = 4$$

$$p_3 V_3 = 4p_1 V_1 \Rightarrow V_3 = \frac{4p_1 V_1}{p_3}$$

$$A_{31} = \left( \frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_1 - V_3)$$

$$-300 \cdot 831 \cdot 1 = \left( \frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_1 - V_3) \quad | \cdot (-1)$$

$$35 \gamma R T_1 = \left( \frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_3 - V_1)$$

$$(p_1 + p_3) \left( \frac{4p_1 V_1}{p_3} - V_1 \right) = 35 p_1 V_1 \quad | : V_1$$

$$\frac{4p_1^2}{p_3} + 4p_1 - p_1 - p_3 - 1,5p_1 = 0 \quad | (-p_3)$$

$$p_3^2 + 1,5p_1 p_3 - 4p_1^2 = 0$$

$$D = 325p_1^2 + 4 \cdot 4p_1^2 = 18,25p_1$$

$$p_3 = \frac{35 \pm \sqrt{18,25}}{2} p_1, \text{ минус не подходит, м.к.}$$

$$\sqrt{18,25} > 3,5$$

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**

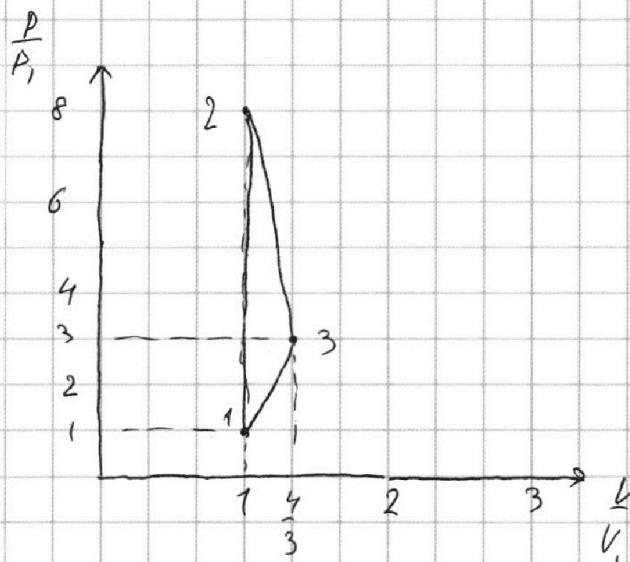
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} - \sqrt{18,25} = 4,27 \\ \hline 18 \\ \times 2 \quad 225 \\ \hline 16 \\ 2 \quad 164 \\ \hline 6100 \\ 5929 \\ \hline 171 \end{array} \quad \sqrt{18,25} \approx 4,3$$

$$\cancel{\sqrt{3} = \frac{4p_1\sqrt{1}}{3,3p_1}}$$

$$P_3^2 = \frac{15 + 4,3}{2} p_1 = 2,9 p_1 \approx 3 p_1$$

$$\sqrt{3} = \frac{4p_1\sqrt{1}}{2,9p_1} \approx \frac{4}{3}\sqrt{1}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

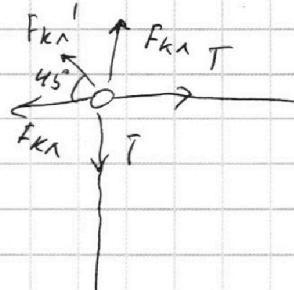
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <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!

$$1) F_{KL} = k \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_{KL}' = k \frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = k \frac{q^2}{2a^2}$$



$$T = F_{KL}' \cos 45^\circ + F_{KL}$$

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

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

$$\text{Объем: } q = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$$

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

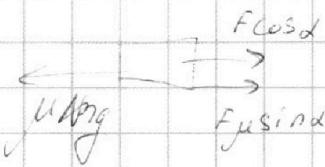
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\frac{v^2}{R} = \frac{Q_n - Q_{ar}}{Q_n}$$

$$FS_1(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) - \mu mg S_1 = k$$

$$FS_2 - \mu mg S_2 = k$$

$$\left( \frac{P_1 + P_3}{2} \right) \left( \frac{V_3 - V_1}{2} \right) = 1,5 p_1 V_1$$

$$S_1 = \frac{v_k^2}{2(\mu \cos \alpha + \mu \sin \alpha - \cos \alpha)}$$

$$S_2 = \frac{v_k^2}{2(\mu - \tan \alpha)}$$

$$v_k^2 = \frac{2k}{m}$$

$$(P_1 + P_3) \left( \frac{V_1 - V_3}{2} \right) = 3,5 p_1$$

$$k - \mu mg S_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{8p_1 V_1}{P_3}$$

$$S_1 = \frac{k \sin \alpha}{\mu g (1 - \cos \alpha)}$$

$$S_2 = \frac{k \sin \alpha}{\mu g (1 - \cos \alpha)}$$

$$p_1^2 + 4p_1 - p_1 - p_3 - 6,5p_1 = 0 / + p_3$$

$$2(\cos \alpha, \mu \sin \alpha) \cdot \theta = \sqrt{16,25} = 4,22$$

$$\frac{16}{8^2} \frac{22}{22} \frac{8}{8} + \frac{3}{2} \Omega R_A +$$

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

$$p_3 - 1,5 p_1 p_3 - 4 p_1^2 = 0$$

$$1 - \cos \alpha$$

$$\frac{2}{8^2} \frac{16}{16} \frac{100}{100} + \frac{3}{2} \Omega R_A +$$

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

$$\frac{2}{8^2} \frac{16}{16} \frac{100}{100} + \frac{3}{2} \Omega R_A +$$

$$\frac{2}{8^2} \frac{16}{16} \frac{100}{100} + \frac{3}{2} \Omega R_A +$$

$$12: \leftarrow t, A=0$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A}{IR \omega} + \frac{3}{2}$$

$$P_3 = \frac{2,5 \pm \sqrt{10,25}}{2}$$

$$\frac{3}{2} VR \cdot 2400 +$$

$$A_{31} = \left( \left( \frac{C}{R} \right) - \frac{3}{2} \right) VR = \frac{3}{2} 600$$

$$23: A = VR \cdot 800 -$$

$$- \frac{3}{2} VR \cdot 600$$

$$- 0,5 VR \cdot 600 = 2,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 = 2793$$

$$13: A_{31} = 0,5 VR \cdot 600 - \frac{3}{2} VR \cdot 600$$

$$\frac{3}{2} 1400 - \frac{3}{2} 800 \cdot 600$$

$$2100 - 2000 \cdot 600$$

$$I = \frac{3}{2} 1400 - \frac{3}{2} 600$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

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

$$A_{12} = 0 \quad \text{and} \quad A_{12} = \frac{\frac{3}{2}}{12} \text{ VR} \cdot 1600$$

$$A_{23} = \text{VR} \cdot 600 \quad \text{and} \quad U_{23} = -\frac{3}{2} \text{ VR} \cdot 600$$

$$A_{31} = (2-1,5)(\text{VR}(200-600)) = -300 \text{ VR}$$

$$\overbrace{V(10, 25)}^{\text{B2}} = \frac{3}{2} \cdot 20$$

$$\begin{array}{r} 125 \\ 8 | 124 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

$$A_{23} = (0,5 - 1,5) \text{ VR} (1600 - 600) = 800 - 1600$$

$$+ \text{VR} \cdot 600$$

$$(f_{p_1} + p_2) \left( \frac{q_{p_1} V_1}{p_2} - V_2 \right) = 8000.$$

$$\frac{EA}{l} = \frac{f_{00}}{e_n}$$

$$(f_{p_1} + f_{p_2}) \left( \frac{V_p V_1}{p_2} - V_1 \right) = \text{constant}$$

$$\left( \frac{5}{2} p_1 + p_2 \right) (V_2 - V_1) = 9 R \text{ Joo}$$

Part 1

$$\frac{32}{P_2} \rho^2 V_1 + P_2 V_1 - \epsilon_{P_2} V_1 - P_2 V_1 = \frac{1600}{P_2} VR$$

$$P_2 V_1 + \gamma P_1 V_1 + 1600 V R = \frac{32}{\gamma} P_1^2 V_1 = 0$$

$$P_2^2 V_1 + c_2 p_1 V_2 P_2 - 33 p_2^2 V_1 = 0$$

~~22 1992 1/2~~

$$P_2^2 + 12P_1 P_2 - 32P_1^2$$

$$\bar{J} = 144 p_1^2 + 128 p_1^2 = 272 p_1^2$$

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"/> |

МФТИ

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

$$v_0 - u \cos \alpha T_1 = 0$$

$$T_1 = \frac{v_0}{u \cos \alpha} = \frac{v_0}{0,5 \cdot 0,8} = \frac{v_0}{0,4} = 1,25$$

$$H = S t g \alpha - \frac{g s^2}{2(v_0 \cos \alpha)}$$

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

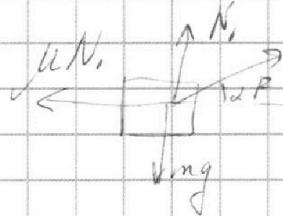
$$\frac{v_0^2}{2} - \mu mg \cos \alpha L = mg L \sin \alpha$$

$$S = v_0 \cos \alpha t$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu g \cos \alpha L + g L \sin \alpha$$

$$t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

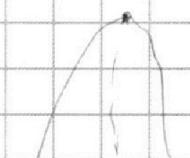
$$L = \frac{v_0^2}{2(\mu g \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{36}{20 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = \frac{36}{20 \cdot 1} = 1,8 \text{ м}$$



$$N_2 = S t g \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2} - \frac{g s^2}{v_0^2} \tan^2 \alpha$$

$$a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$F_{\text{демп}} = \frac{F}{m} \cdot T$$



$$a_1 = \vartheta \cos \alpha - \mu g + \mu \vartheta \sin \alpha =$$

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

$$2 \pi / \omega$$

$$(\alpha, t_1)^2 m = k$$

$$(\alpha_2, t_2)^2 m = k \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2k}{m \alpha_2^2}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2k}{m \alpha_1^2}}$$

$$\alpha_1 t_1 = \alpha_2 t_2$$

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!

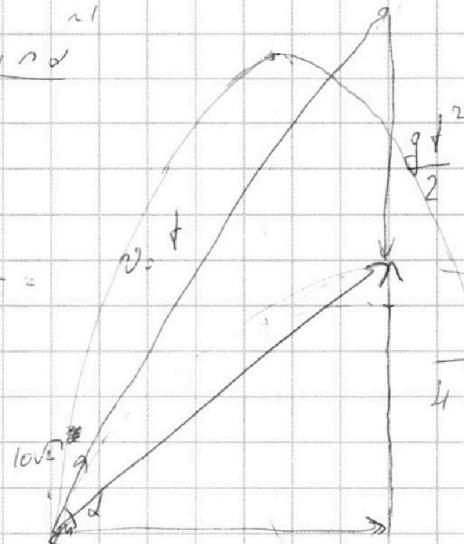
$$v_0 \sin \alpha = \frac{f^2}{2} \Rightarrow f = \sqrt{2 v_0 \sin \alpha}$$

$$v_0 \cos \alpha = l$$

$$v_0 = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{g l}{v_0 \sin 2\alpha} = \frac{10 \cdot 20}{v_0}$$

$$v_0^2 = 200$$

$$v_0 = \sqrt{200} = 14,1 \text{ м/с}$$



$$-v_0^2 - \frac{g^2 l^2}{2 v_0^2 \sin^2 2\alpha} = \frac{v_0^2 g^2 f^2}{2 v_0^2 \sin^2 2\alpha} = \frac{v_0^2 g^2 f^2}{2 v_0^2 \sin^2 2\alpha}$$

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

$$\tan \beta = \frac{v_0 \sin \alpha}{g f} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2 g v_0^2 \sin^2 2\alpha} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2 g}$$

$$m g \cos \alpha = N$$

$$a = \mu g \cos \alpha$$

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

$$= 6 - \frac{5 \cdot 0,8 \cdot 1^2}{2} = 4$$

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

$$S = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{200 \cdot 0,8^2 \cdot 0,6}{2 \cdot 10} = \frac{128}{20} = 6,4 \text{ м}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = 9,6 \text{ м}$$

$$v = v_0 + u$$

$$v = v_0 + u$$