



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.

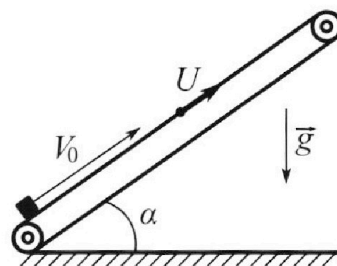
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного 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

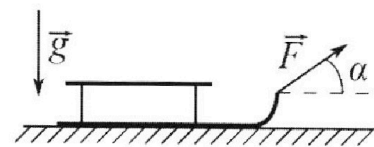
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.

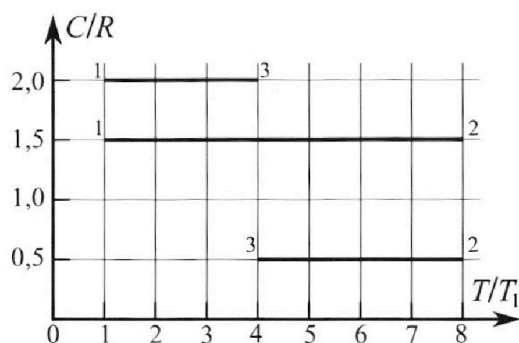
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



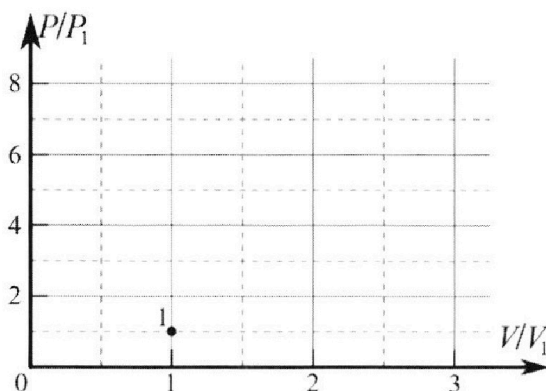
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 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  $A_{з1}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.

2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



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

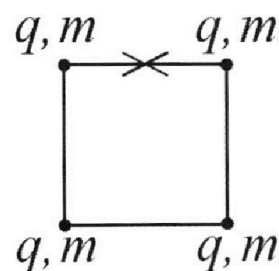
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию  $K$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) Полю:

$$\alpha = 45^\circ$$
$$L = 20 \text{ м}$$
$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} \quad v_0 = \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}}$$
$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}} = \sqrt{200} = 2\sqrt{50} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$v_0 = ?$   
 $S = ?$

$\beta$  - угол  $\mu$  и  $\gamma$  в стенку

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \quad S = \frac{v_0^2 \cos \beta \cdot \sin \beta}{g}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = 0,6$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = 0,8$$

$$S = \frac{200 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$S = 9,6 \text{ м}$$

Черновик

1 страница

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"/>

ЛМФТИ

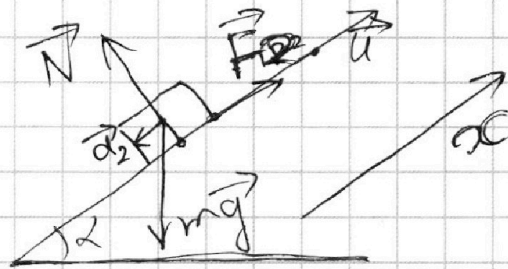
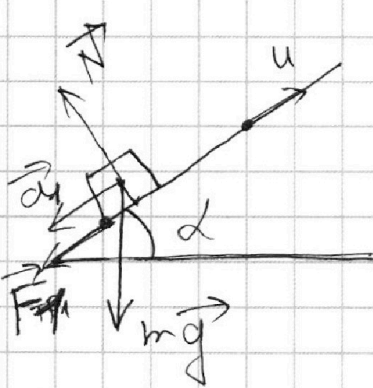
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2) Дано:  
 $\sin \alpha = 0,6$   
 $\nu_0 = 6 \frac{m}{c}$   
 $\mu = 0,5$   
 $T = 1c$   
 $U = 1 \frac{m}{c}$   


---

 $S = ?$   
 $T_1 = ?$   
 $L = ?$



$$\cos \alpha = 0,8$$

$m$  - масса груза

сила реакции опоры  $N = \cos \alpha \cdot mg$

два трения при движении вверх и вниз

$$F_1 = F_2 = \mu N = \mu \cos \alpha \cdot mg$$

$a_1$  - ускорение при движении вверх  $a_2$  - вниз

$$m a_1 = \sin \alpha \cdot mg + F_1 = (\sin \alpha g + \mu \cos \alpha g) m$$

$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \cdot (0,6 + 0,4) = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$m a_2 = \sin \alpha \cdot mg - F_2 = mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2 \frac{m}{c^2}$$

$a_1 t_1 = \nu_0$   $t_1$  - время до начала движения вниз

$$S_1 = \nu_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{\nu_0^2}{a_1} - \frac{\nu_0^2}{2a_1} = \frac{\nu_0^2}{2a_1}$$

высота до начала движения груза вниз

$S_2$  - высота вниз до момента времени  $T$

$$t_2 = T - t_1 = T - \frac{\nu_0}{a_1}$$

время движения вниз

$$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \quad S = S_1 + S_2 = \frac{\nu_0^2}{2a_1} + \frac{a_2 \cdot (T - \frac{\nu_0}{a_1})^2}{2} =$$

$$= \frac{36}{20} + \frac{2 \cdot (1 - \frac{6}{10})^2}{2} = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

черновик

страница 2



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!

Для ответа на 2 вопрос задачи перейдем в систему отсчета относительно движущей лентки.

Посадочная скорость относительно с.о. у пузза:  $v_0 - u$ , нулю достигнет скорость  $u - u = 0$  относительно с.о.

Ускорение относительно с.о. равно  $a_1$

$$T_1 = \frac{v_0 - u}{a_1} = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ с}$$

$$L = L_1 - L_2 + L_c \quad \text{— расстояние, на которое сместится лента за время движения}$$

расстояние, которое пузза пройдет до остановки относительно с.о. ускорение  $a_1$

расстояние, которое пузза до достигнет скорости  $-u$  относительно с.о., ускорение  $a_2$  относительно земли.

$$L_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a_1} = \frac{5^2}{20} = 1,25 \text{ м}$$

$$L_2 = \frac{u^2}{2a_2} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$T_1 = \frac{v_0 - u}{a_1} = 0,25$$

время прохождения  $L_1$

$$L_c = u \cdot (T_1 + T_2) = 0,75 \text{ м}$$

$$T_2 = \frac{u}{a_2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ с}$$

время прохождения  $L_2$

$$L = 1,25 - 0,25 + 0,75 = 1,75 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 1,96 \text{ м}$   $T_1 = 0,25 \text{ с}$   $L = 1,75 \text{ м}$

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

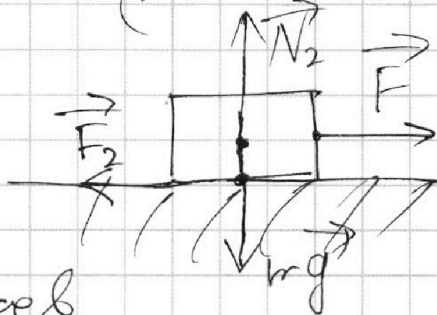
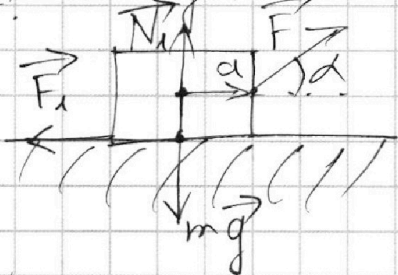
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

3) Дано:  $m, k$  в обоих случаях  $k$  — коэффициент трения (кинетическая энергия) и найдены нуль одинаковы, но ускорение  $a$  одинаково в обоих случаях ( $m$  — масса санок)



$N_1$  и  $N_2$  — сила реакции  
отры для 2 случаев

$F_1$  и  $F_2$  — сила трения

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

$$F_1 = \mu N_1 = \mu (mg - \sin \alpha \cdot F)$$

$$N_2 = mg$$

$$F_2 = \mu N_2 = \mu mg$$

$$\cos \alpha F - F_1 = ma = F - F_2$$

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

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

Или можем найти силу трения  $F_2$

$$A_{\text{тр}} = F_2 S = k$$

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

найдено сила трения

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

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

черновик страница H

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!

4) Дано:  
 $T_1 = 2000 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$

$A_{31} = ?$   
 $\eta = ?$

$$A_{312} = \frac{R}{2} \cdot \Delta T_{31} = -A_{31}$$

работа газа  $\Delta T_{31} = -3T_1$

$$A_{31} = 1,5RT_1 = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

$$A_{12} = 0 \text{ м.к. } \frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} + A_{12}$$

$$C_{23} = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{R}{2} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23} + A_{23}$$

$$A_{23} = -R \Delta T_{23} = 4RT_1$$

$$C_{31} = 2R \Rightarrow 2R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T_{31} + A_{312} \quad A_{312} = -1,5RT_1$$

$$\eta = \frac{A_{23} + A_{31}}{\Delta U_{12} + A_{23}} = \frac{4RT_1 - 1,5RT_1}{\frac{21}{2}RT_1 + 4RT_1} = \frac{5}{29}$$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \frac{21}{2} RT_1$

Ответ:  $\eta = \frac{5}{29}$   $A_{31} = 2493 \text{ Дж}$

исчерпан

страница 5

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

ЛМФТИ

1  2  3  4  5  6  7

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

5) Как?  
a T  
|q| - ?  
K - ?  
d - ?

$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \cos 45^\circ \cdot \frac{kq^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$|q| = a \cdot \sqrt{\frac{T}{k + \frac{k}{2\sqrt{2}}}}$$

т.к. система замкнута и симметрична

линейная симметричная система зарядов  
не формирует электрического поля в центре  
масса, когда заряды окажутся на одной  
прямой, потенциал системы будет равен 0.  
Крайние пары зарядов будут равны, и 2 крайних тоже

$$m\delta_k + m\delta_y + m\delta_y + m\delta_k = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\delta_k = \delta_y$$

2 центральных зарядов  
2 крайних зарядов

$\Rightarrow$  K у всех зарядов будет одинаковая

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

$$W_k = 2 \left( \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} \right) + 2 \left( 2 \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} \right)$$

$$K = \frac{(8 + 2\sqrt{2} - \frac{11}{3} - 5)kq^2}{4} = \frac{(2\sqrt{2} - \frac{2}{3})kq^2}{4} =$$

$$= \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{6} \right) \frac{T a}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}$$

Ответ:

$$K = \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{6} \right) \frac{T \cdot a}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}; \quad d = \frac{a}{2}; \quad |q| = a \sqrt{\frac{T}{k(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}})}}$$

$d = \frac{a}{2}$  т.к. центр равностороннего  
треугольника не  
совпадает с центром  
массы





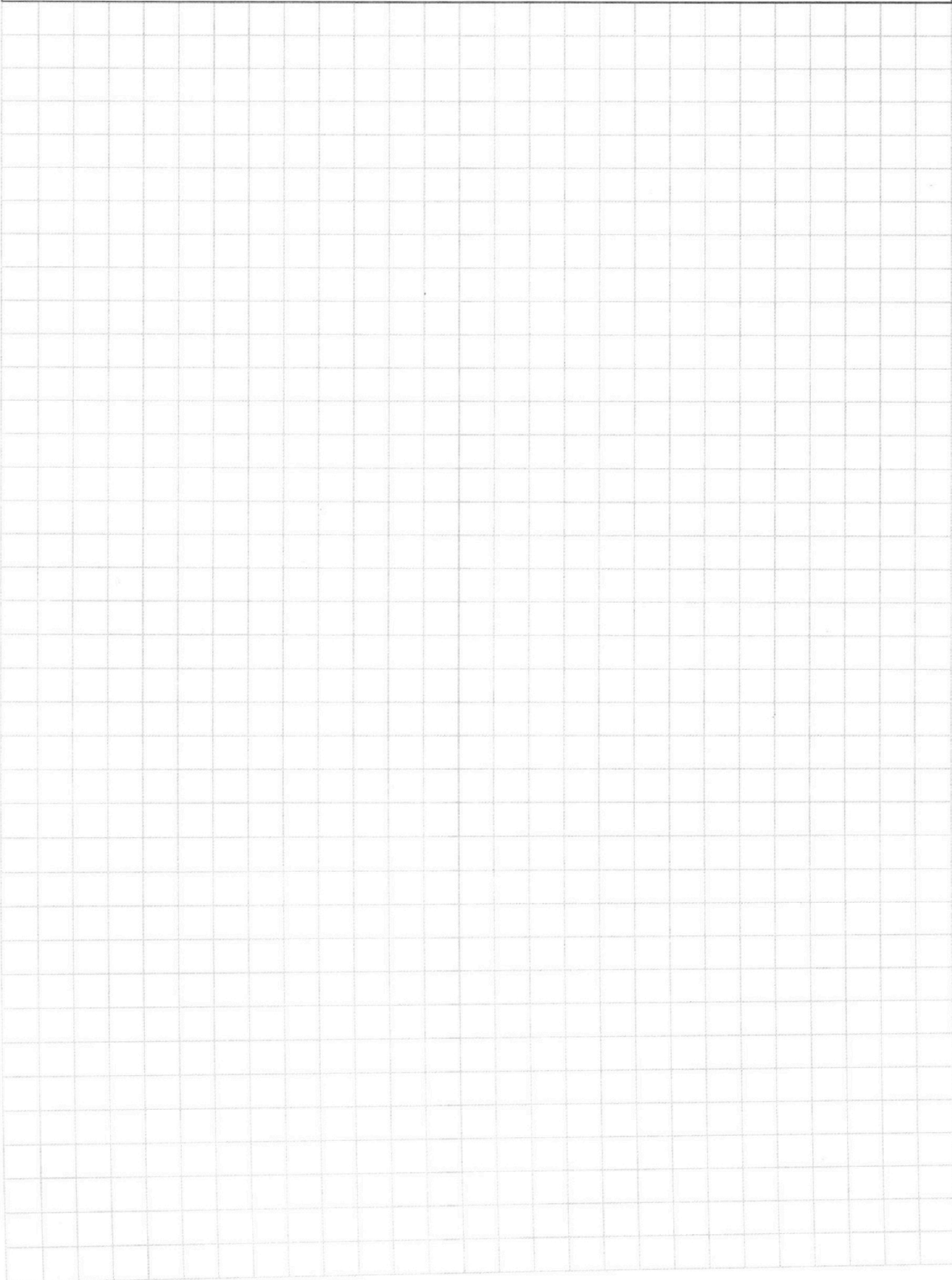
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

**МФТИ**

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

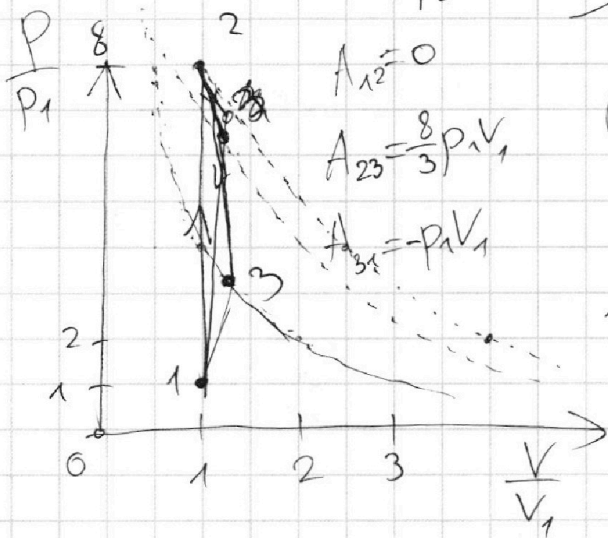
1) Дано:  
 $T_1 = 200 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$   
 $A_{31} = ?$

~~$p_1 V_1 = \frac{3}{2} R T_1$~~   
 ~~$\frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} + A_{12} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow \Delta V_{12} = 0$~~   
 ~~$C_{12} = \frac{3}{2} R$~~   
 ~~$V_1 = V_2 = \frac{3RT_1}{p_1} = \frac{3RT_2}{p_2} \Rightarrow p_2 = 8p_1$~~   
 ~~$C_{23} = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{R}{2} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23} + A_{23} R$~~   
 ~~$R \frac{3}{2} \Delta T_{23} - \Delta T_{23} R \Rightarrow (p_2 + p_3)(V_3 - V_2) = -\Delta T_{23} R$~~

② работа газа

$A_{31} = \frac{R}{2} \cdot \Delta T_{31} = -A_{31}$   
 $A_{31} = -\frac{R}{2} \cdot (-3T_1) = 1,5RT_1 = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$

~~$T_2 = 2 = \frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = \frac{8p_1 V_1}{p_3 V_3}$~~   
 ~~$V_3 = \frac{4p_1 V_1}{p_3}$~~   
 ~~$(8p_1 + p_3)(V_3 - V_1) = \frac{16}{3} p_1 V_1$~~   
 ~~$(4p_1 - p_3) V_1 (8p_1 + p_3) = \frac{16}{3} p_1 V_1$~~   
 ~~$(4p_1 - p_3)(8p_1 + p_3) = \frac{16}{3} p_1 p_3$~~   
 ~~$p_3^2 + \frac{16}{3} p_1 p_3 + 8p_1 p_3 - 4p_1 p_3 - \frac{32}{3} p_1^2 = 0$~~   
 ~~$p_3 = \frac{28}{3} p_1 \pm \frac{2}{3} \sqrt{295} p_1$~~   
 ~~$= \frac{14}{3} p_1 \pm \frac{\sqrt{295}}{3} p_1$~~



Ответ:  $A_{31} = 1,5RT_1 = 2493 \text{ Дж}$

черновик

черновик страница 5

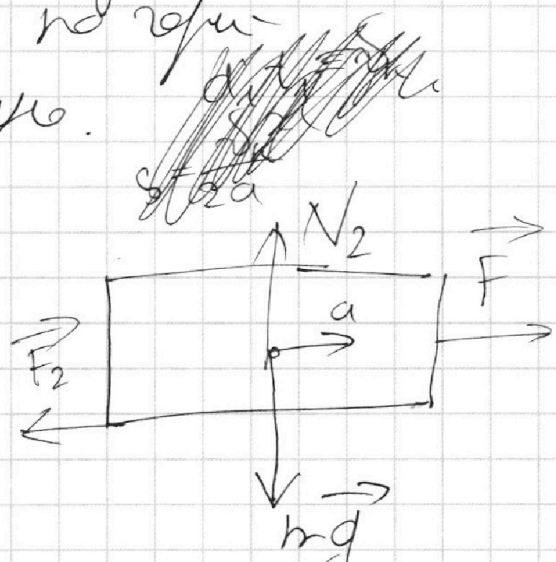
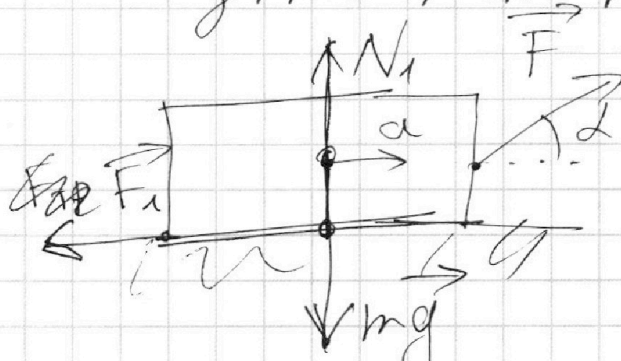
1     2     3     4     5     6     7

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

3) дано:  
k  
L

н.к. в обе стороны, концы  
связаны (кинематическая связь) и  
не сдвигаются друг относительно  
друга, закреплены с обеих сторон  
по вертикали.

$\mu = ?$   
S



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

$$F_1 = \mu N_1 = \mu (mg - \sin \alpha \cdot F)$$

$$N_2 = mg \quad F_2 = \mu N_2 = \mu mg$$

$$a = \frac{F - F_2}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\frac{\cos \alpha F - F_1}{m} = a = \frac{\cos \alpha F}{m} - \mu g + \frac{\sin \alpha F \mu}{m}$$

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

$$(\cos \alpha + \sin \alpha \mu) = 1 \quad \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

н.к. и при этом  $F_2$

$$a_m = \frac{F_2}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot g$$

~~$s = \frac{k}{\mu mg}$~~

$$s F_2 = k = s \cdot \mu mg \quad s = \frac{k}{\mu mg}$$

~~$s = \frac{\Delta t}{2} = \frac{a_m t^2}{2} = \frac{s^2}{2 a_m} = \frac{2k}{2 a_m m} = \frac{k}{a_m m}$~~

черновик.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

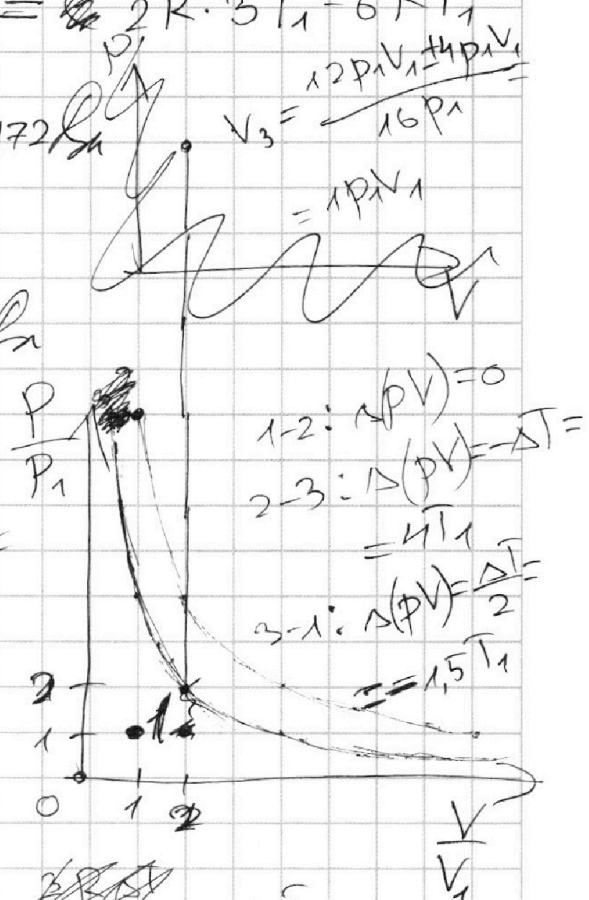
4) Дано:

$T_1 = 200\text{K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$

$A_{31} = \Delta U_{13} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1 = 6 \cdot 8,31 \cdot 2 = 12 \cdot 8,31 = 9972 \text{ Дж}$

$A_{31} = ?$

$16p_1 V_1 = 8p_1 V_2 - 12p_1 V_1 + 4p_1 V_2 = 4p_1 V_2 - 4p_1 V_1$   
 $2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + 4p_1 V_1 - 4p_1 V_2$   
 $2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + 4p_1 V_1 - 4p_1 V_2$   
 $4p_1 V_1 - 4p_1 V_2 = 2RT - \frac{3}{2}R\Delta T$   
 $4p_1(V_1 - V_2) = 2RT - \frac{3}{2}R\Delta T$   
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - \frac{3}{2}\Delta T)$   
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - \frac{3}{2}\Delta T)$   
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - \frac{3}{2}\Delta T)$



$2 \cdot \frac{3}{2}R\Delta T = \frac{3}{2}R\Delta T + \frac{\Delta(PV)}{2} - \Delta T$   
 $\Delta(PV) = \dots$

$p_3 V_3 = RT_3$   
 $8p_1 V_1$

$2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + \frac{\Delta(PV)}{2}$   
 $\frac{\Delta(PV)}{2} = 2RT - \frac{3}{2}R\Delta T$   
 $\Delta(PV) = 4RT - 3R\Delta T$   
 $\Delta(PV) = R(4T - 3\Delta T)$

$p_2 = 8p_1$   
 $V_2 = V_1$   
 $T_2 = 8T_1$   
 $T_3 = 4T_1$

$C = \frac{R}{2} \Rightarrow \dots$   
 $A = R\Delta T$   
 $p_3 V_3 = 4p_1 V_1$

$p_2 = 8p_1$   
 $V_2 = V_1$

$R \cdot 4T_1 = p_3 V_3$   
 $R \cdot 8T_1 = 8p_1 V_1$   
 $4p_1 V_1 = p_3 V_3$   
 $(p_3 + p_2)(V_3 - V_2) = 4p_1 V_1 = \frac{(p_3 + 8p_1)(V_3 - V_1)}{2} = 4p_1 V_1$   
 черновик.

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**

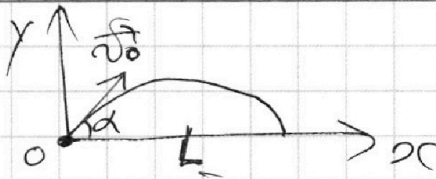
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Дано:

$\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $H = 3,6 \text{ м}$

$v_0 = ?$   
 $S = ?$

$m^r$   
 $L = v_0 \cos \alpha t$



$v_{0x}$  — проекция начальной скорости  $v_0$  на ось  $x$ .  
 $t_1$  — время падения тела.  
 $v_{0x} t_1 = L$   
 $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$

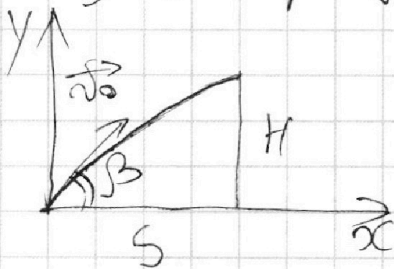
$v_{0y}$  — проекция н.с.  $v_0$  на ось  $y$ .  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$

$v_{0y} - \frac{gt_1}{2} = 0$        $t_1 = \frac{2v_{0y}}{g}$

$v_{0x} t_1 = L$        $\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = L$

$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \alpha \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{1}{2}}} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

$\beta$  — угол к горизонту



~~$v_0 \cos \beta t_2 = S$~~   
 ~~$H = v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$~~   
 $t_2$  — время падения тела на склоне.

$H = v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$

$S = v_0 \cos \beta t_2$

$4 \sqrt{3,6 \cdot 36} = 14,4 \text{ м}$

$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$

$\frac{20 \cdot 3,6}{200} = 0,36$

$\sin \beta = \frac{2gH}{v_0^2}$

$gt_2 = v_0 \sin \beta$   
 $t_2 = \frac{v_0 \sin \beta}{g} = \frac{0,48 \cdot 200}{10} = 9,6$

$S = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} =$

$t_2 = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}}$

$= 4\sqrt{50} \cdot \sqrt{0,72} \cdot \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200}} = 4\sqrt{50} \cdot \sqrt{0,72} \cdot \sqrt{0,36} = 14,4 \text{ м}$

черновик.

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) Карго:

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

$$v_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = 0,5$$

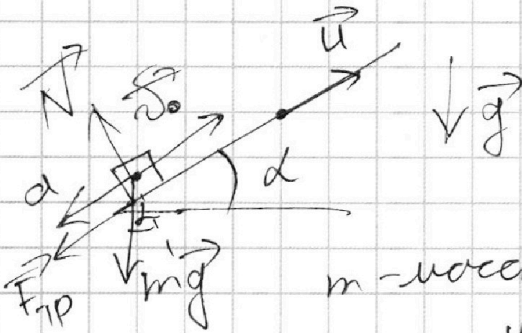
$$T = 1 \text{ с}$$

$$u = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = ?$$

$$T_1 = ?$$

$$L = ?$$



$m$  - масса груза  
 $a$  - ускорение в 10 км/ч

$$N = \cos \alpha \cdot mg$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \cos \alpha mg$$

$$ma = \sin \alpha mg + F_{\text{тр}} = \sin \alpha mg + \mu \cos \alpha mg$$

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

~~$$v = v_0 + at = 6 + 70 \cdot 1 = 76 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$~~

~~$$S = \frac{v_0^2}{2a} - \frac{v_0^2}{2a} + \frac{v_0^2}{2a} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{36}{20 \cdot (0,6 + \frac{1}{2} \cdot 0,8)} = \frac{36}{70} \approx 0,51 \text{ м}$$~~

Корго движется в сторону от центра относительно

функции  $v(t) = v_0 - at$

Корго останавливается относительно системы  $v_0 - u$

Через время  $T_1$  от начала будет остановлен корго  $u - u = 0$  относительно системы

$$T_1 = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ с}$$

черновик

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

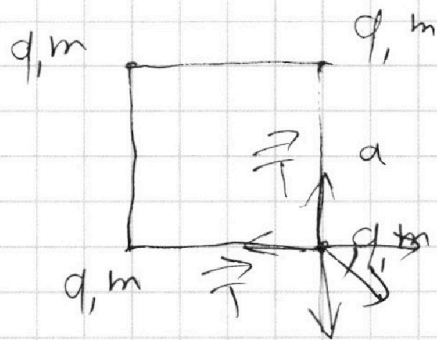
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

5) Дано:

$a$   
 $T$   
 $|q| = ?$   
 $k = ?$   
 $d = ?$



$$T_1 = \frac{2q_1 V_1}{3R}$$

$$\frac{8}{3} p V_1$$

$$A_{23} = -R \Delta T_{23} = 4 T_1 R$$

$$A_{31} = \frac{R}{2} \Delta T_{31} = -1,5 R T_1$$

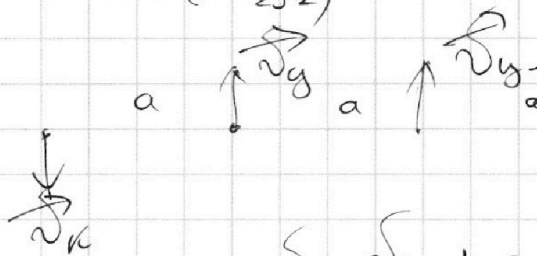
$$A_{12} = 0 \quad -p_1 V_1$$

$$T = \frac{k q^2}{a^2} + \cos 45^\circ \cdot \frac{k q^2}{(\sqrt{2} a)^2} =$$

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

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

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



$\sum F_y = \sum F_k$  по закону сохранения энергии

Сумма векторов

$$W_H = W_K + 4k$$

$$4 \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \frac{k q^2}{a} = 2 \left( \frac{k q^2}{a} + \frac{k q^2}{2a} + \frac{k q^2}{3a} \right) + 2 \left( 2 \cdot \frac{k q^2}{a} + \frac{k q^2}{2a} \right) + 4k$$

$$\left( 8 + 2\sqrt{2} - \frac{11}{3} - 5 \right) \frac{k q^2}{a} = 4k$$

$$k = \left( 2\sqrt{2} - \frac{2}{3} \right) \frac{k q^2}{a}$$

$$\frac{831}{3} = 277$$

черновик.



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!

