



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.

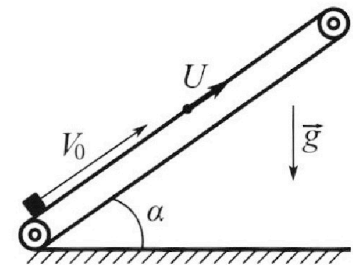
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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

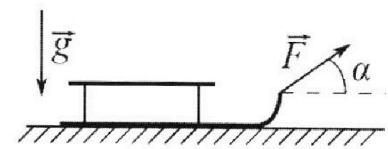
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 α 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 μ 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.

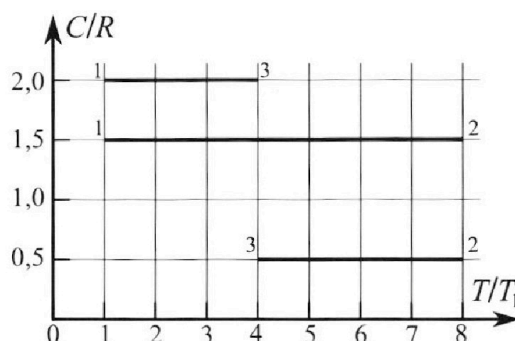
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



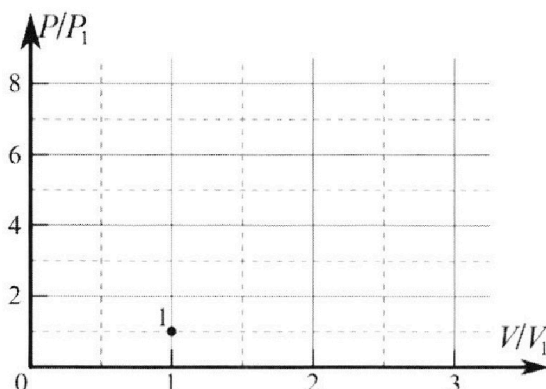
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

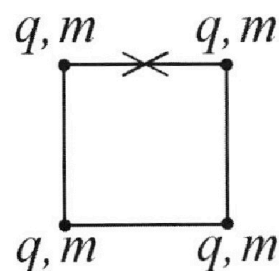
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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 ϵ_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:

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

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

$v_0 = ?$
 $S = ?$

β - угол μ и γ 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

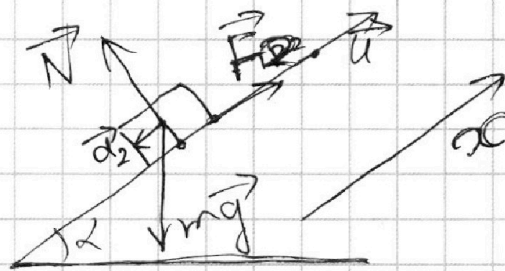
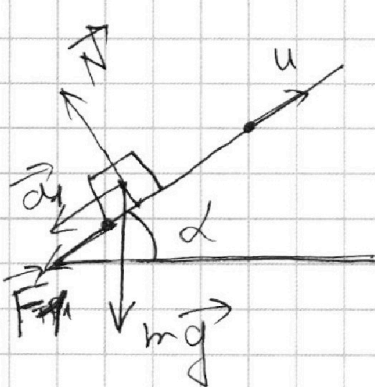
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



2) Дано:
 $\sin \alpha = 0,6$
 $\Delta_0 = 6 \frac{m}{c}$
 $\mu = 0,5$
 $T = 1c$
 $U = 1 \frac{m}{c}$

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



$\cos \alpha = 0,8$

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

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

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

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

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

$a_1 t_1 = \Delta_0$ t_1 - время до начала движения вниз.

$S_1 = \Delta_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{\Delta_0^2}{a_1} - \frac{\Delta_0^2}{2a_1} = \frac{\Delta_0^2}{2a_1}$

высота до начала движения груза вниз

S_2 - высота вниз до момента времени T

$t_2 = T - t_1 = T - \frac{\Delta_0}{a_1}$ время движения вниз

$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$ $S = S_1 + S_2 = \frac{\Delta_0^2}{2a_1} + \frac{a_2 \cdot (T - \frac{\Delta_0}{a_1})^2}{2} =$

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



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

чужака: $v_0 - u$, 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 чужак пройдет до остановки относительно с.о. ускорение a_1

расстояние, которое чужак до достигнет скорости $-u$ относительно с.о., ускорение т.е. скорости 0 относительно земли. a_2

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

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

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

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.

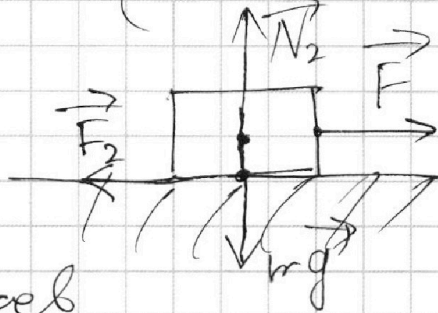
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 константа скорости
 μ (кинетическая энергия) и найдены
 S нуль одинаковы, но ускорение санок
одинаково в обоих случаях
(м-масса санок)



N_1 и N_2 - сила реакции
отры для 2 случаев

F_1 и F_2 - сила трения

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

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

$$N_2 = mg$$

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

$$\cos \alpha F - F_1 = m a = F - F_2$$

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

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

при максимальной силе трения F_2

$$A_{\text{max}} = F_2 S = k \quad S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{\sin \alpha \cdot k}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

найдено сила трения

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

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:

1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

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 суммарный нулевой потенциал

не формирует, т.е. в центре не будет потенциал, когда заряды окажутся на одной прямой, нулевой потенциал будет равен 0.

Крайние по скорости 2 электрических зарядов будут равны, и 2 крайних тоже

$$m v_k + m v_y + m v_y + m v_k = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -v_k = v_y$$

2 электрических зарядов
2 крайних зарядов

\Rightarrow K у всех зарядов будет одинаковая

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

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

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

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

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 равных масс не является центром системы, а находится в центре



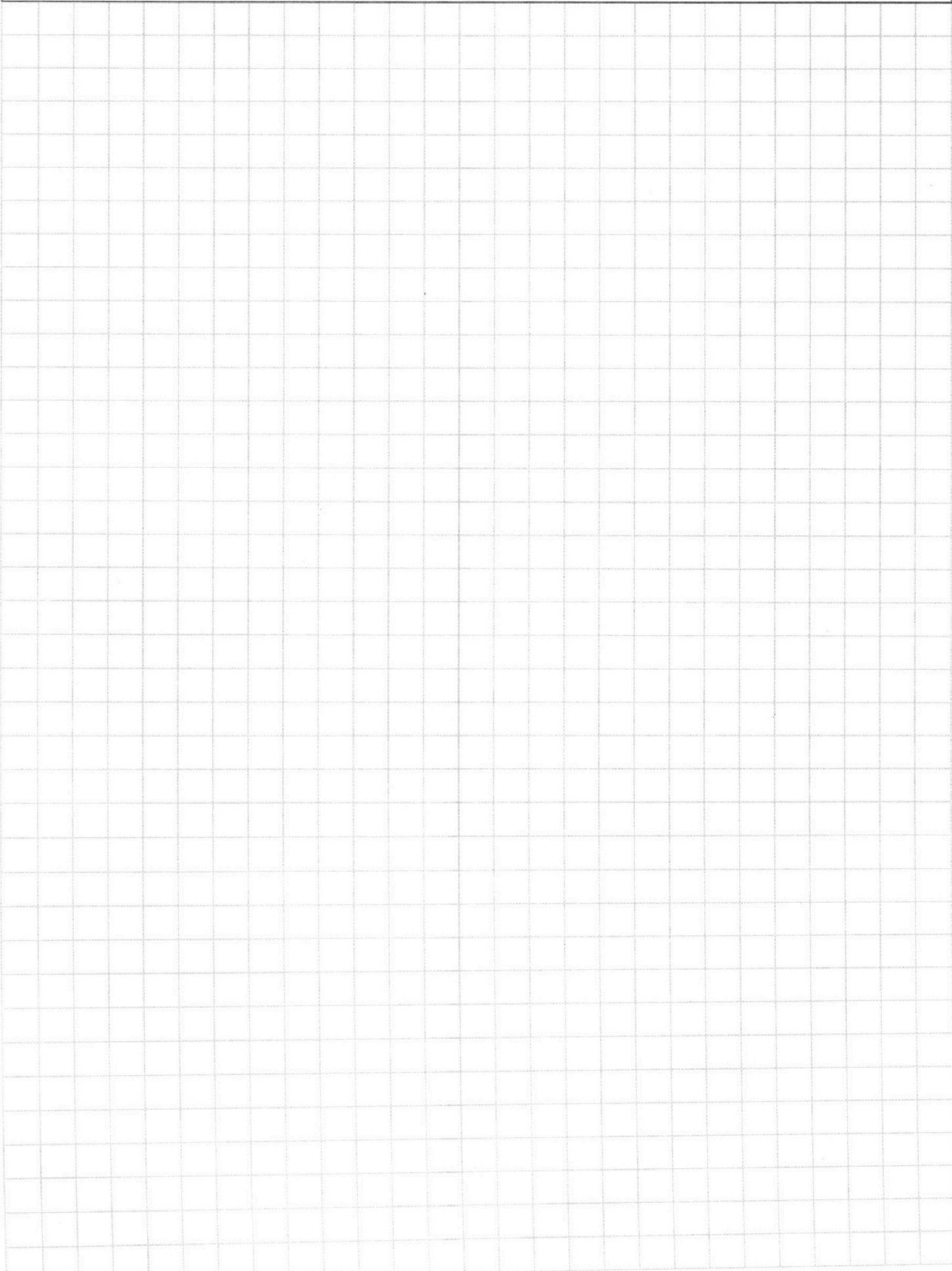
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

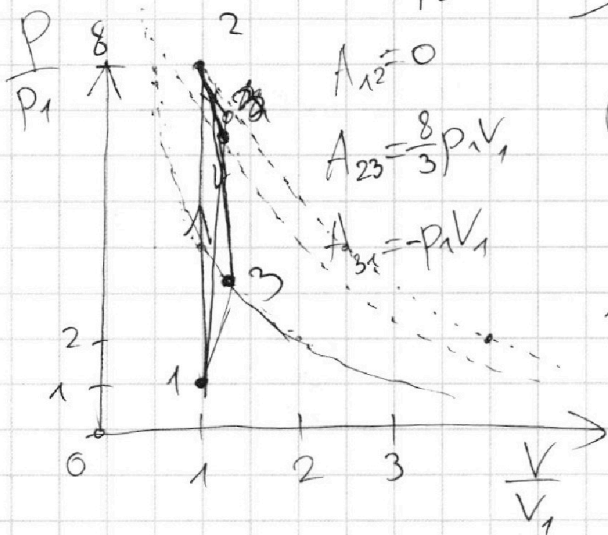
1) Дано:
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $A_{31} = ?$

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

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

~~$\frac{R}{2} \Delta T_{23} - \Delta T_{23} R \Rightarrow (p_2 + p_3)(V_3 - V_2) = -\Delta T_{23} R$~~

~~$\frac{T_2}{T_3} = 2 = \frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = \frac{8p_1 V_1}{p_3 V_3}$~~
 ~~$V_3 = \frac{4p_1 V_1}{p_3}$~~
 ~~$(8p_1 + p_3)(V_3 - V_1) = \frac{16}{3} p_1 V_1$~~
 ~~$(4p_1 - p_3) V_1 (8p_1 + p_3) = \frac{16}{3} p_1 V_1$~~
 ~~$(4p_1 - p_3)(8p_1 + p_3) = \frac{16}{3} p_1 p_3$~~
 ~~$p_3^2 + \frac{16}{3} p_1 p_3 + 8p_1 p_3 - 4p_1 p_3 - \frac{32}{3} p_1^2 = 0$~~
 ~~$p_3 = \frac{28}{3} p_1 \pm \frac{2}{3} \sqrt{295} p_1$~~



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

черновик

черновик страница 5

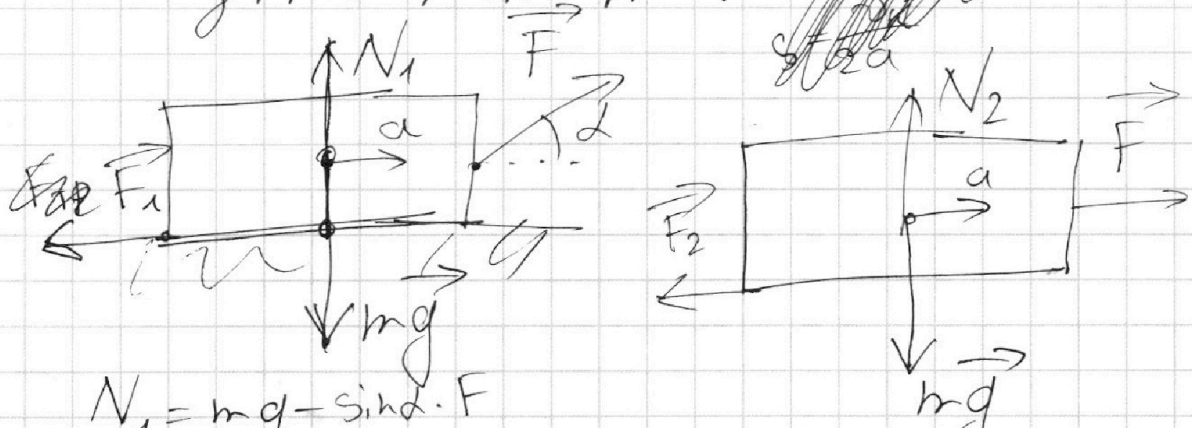
1 2 3 4 5 6 7

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, конусом
скользя (кинематическое трение) и
поддерживая нуль скорости
у закрепленного конца по верши-
нам конуса.

$\mu = ?$
S



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

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

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

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

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

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

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

при малом угле зрения два трения F_2

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

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

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

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

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!

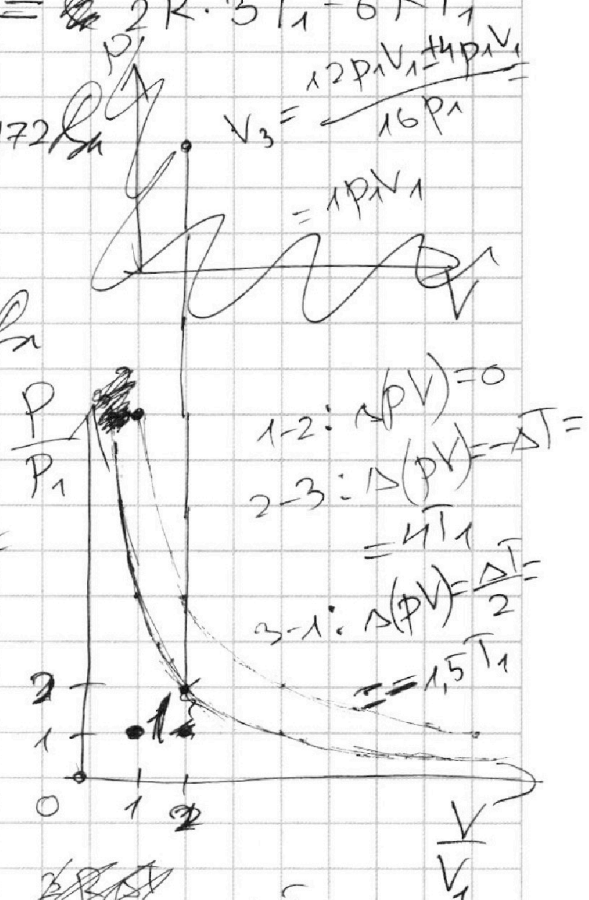
4) Дано:

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

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

$A_{31} = ?$

$16p_1V_1 = 8p_1V_2 - 12p_1V_1 + 4p_1V_2 = 4p_1V_2 - 4p_1V_1$
 $2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + 4p_1V_1 - 4p_1V_2$
 $2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + 4p_1(V_1 - V_2)$
 $4p_1(V_1 - V_2) = 2RT - \frac{3}{2}R\Delta T$
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - 1,5\Delta T)$
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - 1,5\Delta T)$
 $4p_1(V_1 - V_2) = R(2T - 1,5\Delta T)$



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

$p_3V_3 = RT_3$
 $8p_1V_1$

$2RT = \frac{3}{2}R\Delta T + \Delta(PV)$
 $126 \cdot 9 = \frac{1152}{2} + \Delta(PV)$
 $1152 + 28 = 1180$

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

$C = \frac{R}{2} \Rightarrow A = R\Delta T$
 $p_3V_3 = 4p_1V_1$

$p_2 = 8p_1$
 $V_2 = V_1$

$R \cdot 4T_1 = p_3V_3$
 $R \cdot 8T_1 = 8p_1V_1$
 $4p_1V_1 = p_3V_3$
 $(p_3 + p_2)(V_3 - V_2) = 4p_1V_1 = \frac{(p_3 + 8p_1)(V_3 - V_1)}{2} = 4p_1V_1$
 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



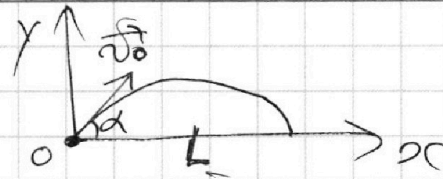
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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
 $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
 $v_{0x} t_1 = L$

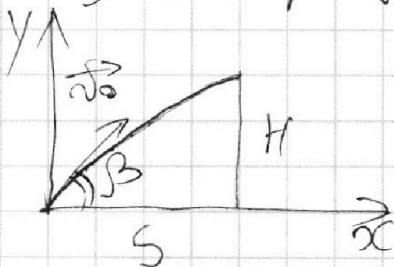
v_{0y} — проекция н.с. v_0 на ось y . $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$

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

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

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

β — 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 т. до стрел. со стрелк.

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

$S = v_0 \cos \beta t_2$

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

$S = 11,36 = 11,4 \text{ м}$

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

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

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

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

$gt_2 = v_0 \sin \beta$

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

$\cos \beta = 0,8$
 $t_2 = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{2gH} = \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}}$

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

$= 4\sqrt{50} \cdot \sqrt{0,72} \cdot \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200}} = 4\sqrt{50} \cdot \sqrt{0,72} \cdot \sqrt{0,36} = 11,4 \text{ м}$

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:

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

$$v_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = 0,5$$

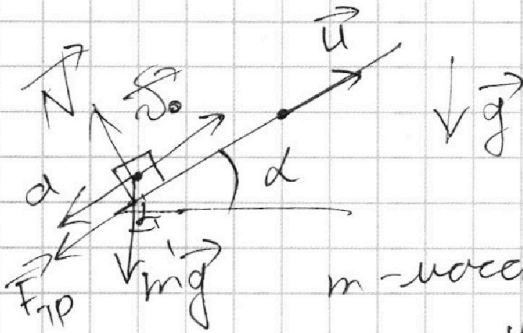
$$T = 1 \text{ с}$$

$$u = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = ?$$

$$T_1 = ?$$

$$L = ?$$



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

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

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

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

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

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 7,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

~~$$v = v_0 + at = 6 + 7 \cdot 1 = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$~~

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

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 земли

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

черновик

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

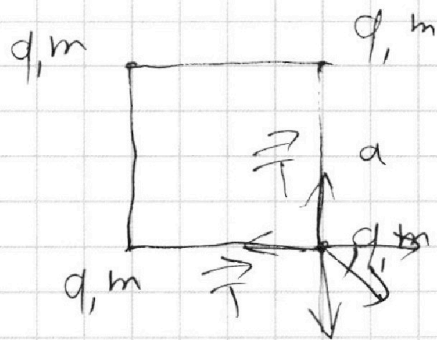
1 2 3 4 5 6 7

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
 $|q| = ?$
 $k = ?$
 $d = ?$



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

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

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

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

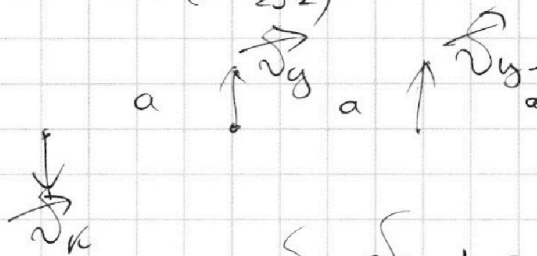
$$A_{12} = 0 \quad -p_1 V_1$$

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

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

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

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



$F_y = F_k$ по закону соэф.

циркуля
векторы

$$W_H = W_K + 4k$$

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

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

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

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

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!

