



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

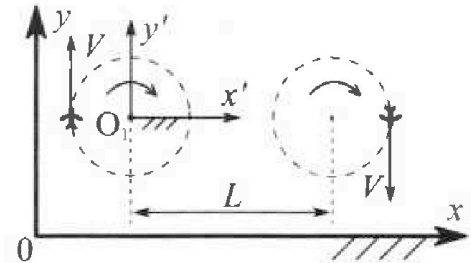
## Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 100 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R = 500 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

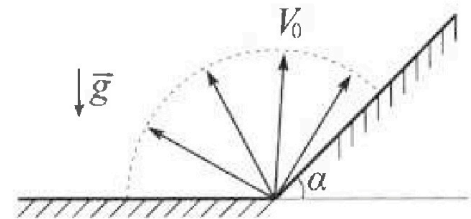
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1.25 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолёта показан на рис.

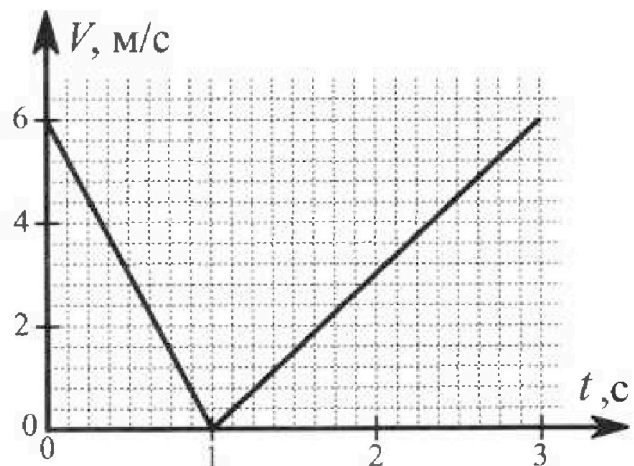
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна  $T = 5 \text{ с}$ , максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

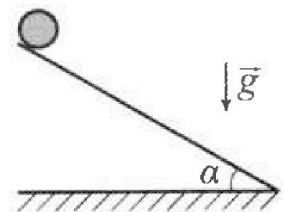
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n = 4$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 1.5 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 2320$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 58$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 40$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота  $U = \frac{5}{2}PV$ .

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $\frac{3}{8}d$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен  $R$ .

1. Найдите удельный заряд  $\gamma = \frac{q}{m}$  частицы, здесь  $q$ —заряд частицы,  $m$ — масса частицы.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?

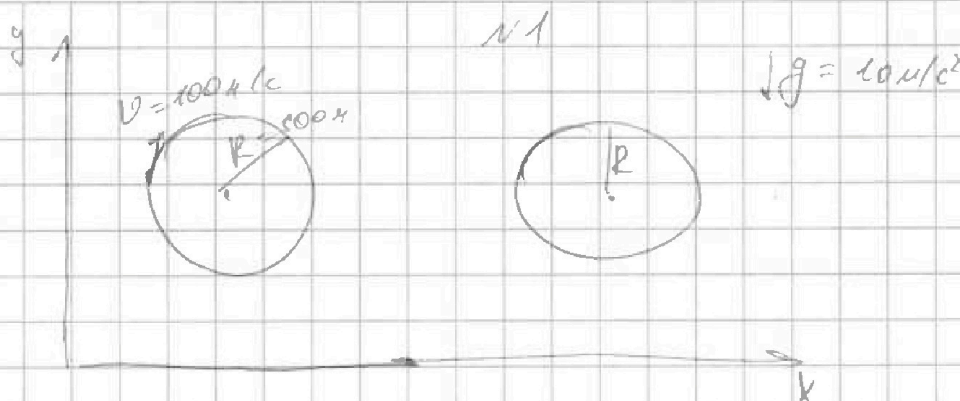


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

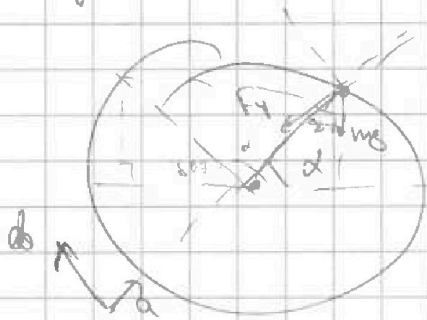
СТРАНИЦА  
1 из 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1)  $\frac{N}{mg}$  - ?

Пусть самолет летит под углом  $\alpha$  к горизонту, тогда



Решим 3 ЗР Ньютона на ось

a и b:

На массу действует центростремительная сила

$$F = m a_c = \frac{mv^2}{R}$$

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

$$N = F - mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} - mg \sin \alpha = m \left( \frac{v^2}{R} - g \sin \alpha \right)$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{m \left( \frac{v^2}{R} - g \sin \alpha \right)}{mg} = \frac{v^2}{gR} - \sin \alpha =$$

$$= \frac{100^2 - 100}{10 \cdot 500} = 2 - \sin \alpha$$

Решив уравнение определим угол  $\alpha$  при котором  $\frac{N}{mg} = 2$ .  
~~Решив уравнение определим угол  $\alpha$  при котором  $\frac{N}{mg} = 2$ .  
 $\sin \alpha \in [0; 1]$~~

1)  $\frac{N}{mg} = 2 - \sin \alpha$ , отсюда зависит от угла, какой-либо самолет

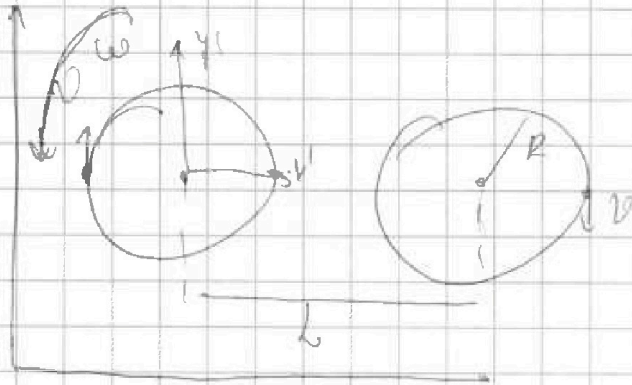


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Если система связана с самолетом, то  $\omega$  - скорость

вращения вращающейся со  $y'x'$ , тогда

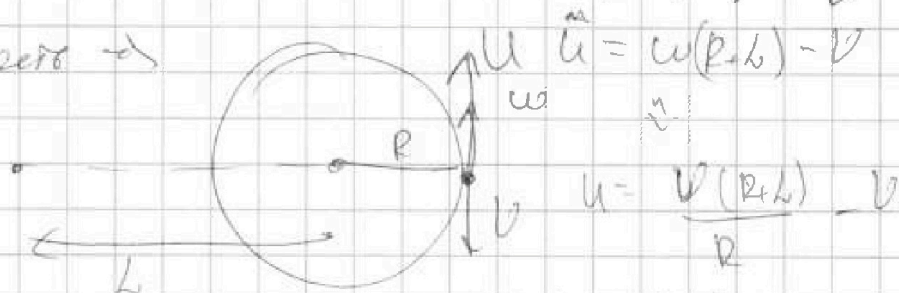
$$V = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{V}{R} \text{ и противоположна } V$$

$$\text{или } V + \omega R = 0 \Rightarrow \omega = -\frac{V}{R} \text{ - противоположна } V$$

Тогда законим для 2 самолетов.

Если мы решим во вращающейся со любой  $\omega$  и скоростью, то все тела в этой системе пройдут  $\pi R$

уменьшо скоростью  $\rightarrow$



и противоположна  $V$ , и равна  $250 \text{ м/с}$

$$u = -\frac{V}{R} L = 250 \text{ м/с}$$

Ответ:  $2 - \sin \alpha = \frac{V}{mg}$ ,  $\alpha \in (0; 360)$

и противоположна  $V$  самолета и равна  $250 \text{ м/с}$  в со  $y'x'$ , которая вращается

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

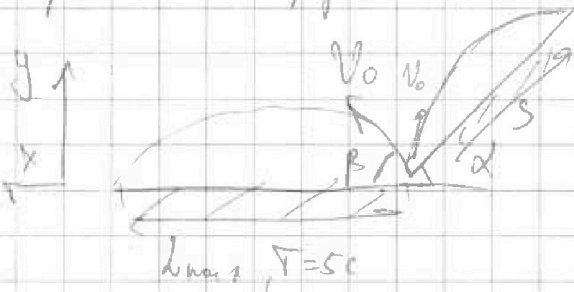


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Найдем закон движения на ось x и y в момент максимального расстояния к концу оси



$$y = V_0 \sin \beta T - \frac{gT^2}{2}$$

$$x = V_0 \cos \beta T$$

$$x = l_{\max}, y = 0$$

$$V_0 \sin \beta = \frac{gT}{2} \Rightarrow T = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}$$

$$l_{\max} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow \text{т.к. } l_{\max} - \text{max}, \text{ то } \sin 2\beta = \text{max}$$

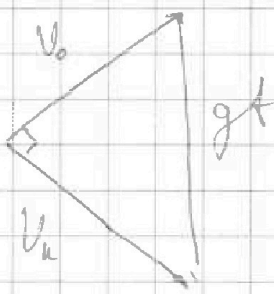
$$\beta = 45^\circ$$

$$V_0 = \frac{gT}{2 \sin \beta}$$

$$V_0 = \frac{10 \cdot 5}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \approx 35.7 \text{ м/с}$$

Т.к. во втором случае (при бросании на поверхности из угла  $\alpha$ ) рас. перемещ. максимально то угол между касательной и тангенсальной скоростью равен  $90^\circ$

Треугольник скор.



$$V_0^2 + V_n^2 = g^2 T^2$$

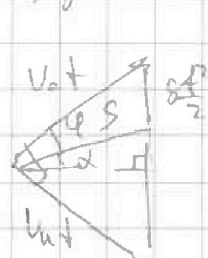
Заменим  $3(2)$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_n^2}{2}, \text{ т.к. } g \sin \alpha$$

$$V_n^2 = V_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$V_n = \sqrt{V_0^2 - 2gS \sin \alpha}$$

Треугольник перемещений:



$\varphi$  - угол бросания от начальной скорости

Заменим тангенс  $\varphi$  из предыдущего раздела скорости



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_{\text{up}} = \frac{v_0 \cdot v_u}{2}$$

$$S_{\text{up}} = \frac{S \cos \alpha \cdot g t^2}{2}$$

$$\rightarrow \frac{v_0 v_u}{2} = \frac{S \cos \alpha \cdot g t^2}{2}$$

$$v_0 \cdot v_u = S \cos \alpha \cdot g$$

$$(v_0 \cdot \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha})^2 = (S \cos \alpha \cdot g)^2$$

$$v_0^2 \cdot (v_0^2 - 2gS \sin \alpha) = S^2 \cos^2 \alpha \cdot g^2$$

$$v_0^4 - 2gS \sin \alpha \cdot v_0^2 = S^2 (1 - \sin^2 \alpha) g^2$$

$$g^2 S^2 \sin^2 \alpha - 2gS v_0^2 \sin \alpha + v_0^4 - S^2 g^2 = 0$$

~~$$S \sin \alpha = \frac{v_0^2 - S g^2}{2gS}$$~~

$$D = b^2 - 4ac = 4g^2 S^2 v_0^4 - 4 \cdot g^2 S^2 \cdot (v_0^4 - S^2 g^2) = 4g^2 S^4$$

$$\sin \alpha = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{2gS v_0^2 \pm 2g^2 S^2}{2g^2 S^2}$$

$$= \frac{v_0^2 \pm gS}{gS}$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0^2 - gS}{gS} = \frac{v_0^2}{gS} - 1 = \frac{(25\sqrt{2})^2}{10 \cdot 100} - 1 =$$

$$= \frac{25^2 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 = \frac{25 \cdot 25 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 = \frac{1}{4}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$$

Ответ:  $v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 35,4 \text{ м/с}$ ,  $\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$



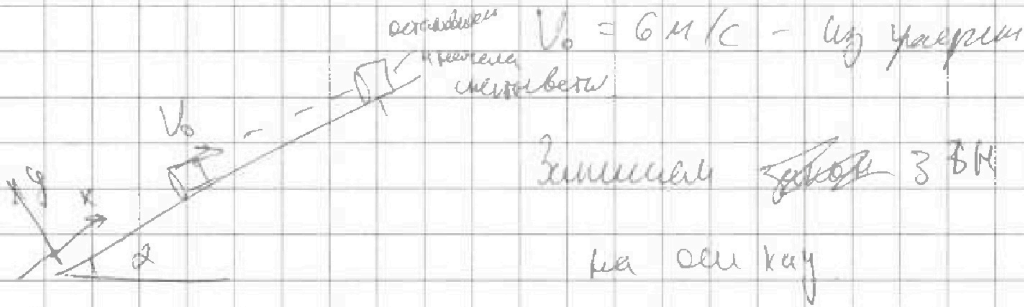
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
8/311

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если скорость снаряда обнуляется в зените траектории, то значит шайба упрямилась скорость вверх по оси  $x$



Когда шайба поднимается вверх.

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

$$x: ma_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

из упрямилась,  $t_1 = 1 \text{ секунда}$  - время до остановки

$$v(t) = v_0 - a_1 t$$

$$(1) 0 = v_0 - (g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) t_1 \rightarrow v_0 = g t_1 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Когда шайба спускается

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

$$x: ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

из упрямилась  $t_3 = 3 \text{ сек}$ , время пока нейтрально скорости  $v_0$

$$(2) v_0 = a_2 (t_3 - t_1) \rightarrow v_0 = (g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha) (t_3 - t_1)$$

Все замечания и исправления там, где вышло  $\mu$ , поправки.







На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

I)  $T_1$  в изохор. процессе  $V = \text{const} \rightarrow A = 0$ .  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии

$$-Q = \Delta U_r + \Delta U_a$$

$$-Q = \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) R \cdot (-\Delta T_1)$$

$$\textcircled{1} \quad Q = \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) R |\Delta T_1|$$

При изобарич. процессе  $p = \text{const}$

$$-Q = A_2 + \Delta U_{r2} + \Delta U_{a2}$$

$$A_2 = -Q - (\Delta U_{r2} + \Delta U_{a2})$$

$$A_2 = -Q - \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) R (-\Delta T_2)$$

$$\textcircled{2} \quad A_2 = -Q + \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) R |\Delta T_2|$$

из (1) получаем  $Q$  подставим в (2)

$$A_2 = -Q + \frac{Q}{R |\Delta T_1|} R |\Delta T_2| = Q \left( -1 + \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) =$$

$$= 2320 \cdot \left( -1 + \frac{40}{58} \right) = \frac{2320 \cdot 18}{58} = -720 \text{ Дж}$$

$-720 \text{ Дж}$  - работа газа  $\rightarrow -A_2 = A_{\text{внеш}} \rightarrow A_{\text{внеш}} = 720 \text{ Дж}$

II Запишем уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля

$(pV)^0 = (pRT)^0$ , при  $p = \text{const}$ , то если взять дифференциал, то

$$p'V^0 + pV^0 = pRT^0 \rightarrow p \Delta V = pR \Delta T$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Известно, что наших газов будут существовать такое равенство:

$$A = p \Delta V = p \Delta T$$

$$|A| = (v_r + v_a) R \Delta T_2 \quad (v_r + v_a) = \frac{|A|}{R \Delta T_2}$$

$$Q = C_p \cdot (v_r + v_a) \cdot (\Delta T_2)$$

$$Q = C_p \cdot \frac{A}{R \Delta T_2} \cdot \Delta T_2$$

$$Q = C_p \cdot \frac{A}{R} \rightarrow C_p = \frac{Q R}{A} = \frac{2320 \cdot 8,3}{720} =$$

$$= \frac{232 \cdot 83}{72} \approx 26,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\frac{232}{83}$$

$$\begin{array}{r} 232 \\ \times 8,3 \\ \hline 696 \\ + 1856 \\ \hline 19256 \end{array}$$

$$\text{III} \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{v_r}{v_a}$$

$$v_a + v_r = \frac{A}{R \Delta T_2} \rightarrow v_r = \frac{A}{R \Delta T_2} - v_a$$

$$3v_r + 5v_a = \frac{2Q}{\Delta T R}$$

$$3 \left( \frac{A}{R \Delta T_2} - v_a \right) + 5v_a = \frac{2Q}{R \Delta T_2}$$

$$v_a = \frac{2Q}{R \Delta T_2} - \frac{3A}{R \Delta T_2} = \frac{13}{2} \approx 6,5 \text{ моль} \rightarrow v_r = \frac{18}{8,3} \approx 2,1$$

$$\begin{array}{r} 19256 \quad | \quad 720 \\ - 1440 \\ \hline 4816 \quad | \quad 26,7 \\ - 4320 \\ \hline 496 \\ - 5360 \\ \hline 5010 \\ - 3200 \\ \hline 1810 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
7 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$v_{\text{ср}} \approx 1,6 \text{ м/с}$$

$$v_{\Gamma} \approx 2,1 \text{ м/с}$$

$$\rightarrow \frac{M_1}{M_2} = \frac{v_{\Gamma}}{v_{\text{ср}}} \approx \frac{2,1}{1,6} \approx 1,3$$

Ответ:  $A \approx 720 \text{ Дж}$ ,  $C_p = 26,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ,  $\frac{M_1}{M_2} = 1,3$

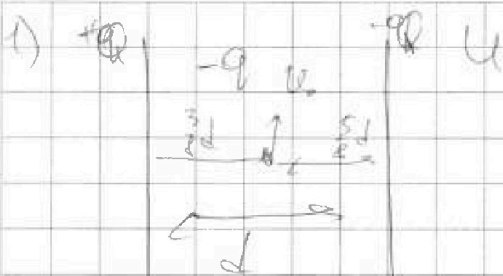


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

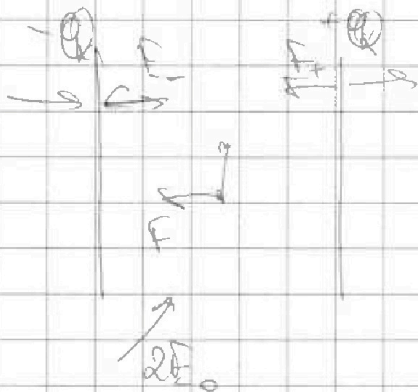
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
10 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$R. \quad \mu = \frac{q}{m} - ?$   
 $U = E \cdot d \rightarrow E = \frac{U}{d} - \text{поле между обкладками}$



По теореме Гаусса

$E \cdot 2S = \frac{q}{\epsilon_0}$   
 $|E| + |E| \quad E = \frac{q}{2SE_0} \rightarrow 2E = \frac{q}{SE_0}$

F - сила действующая со стороны ионизации

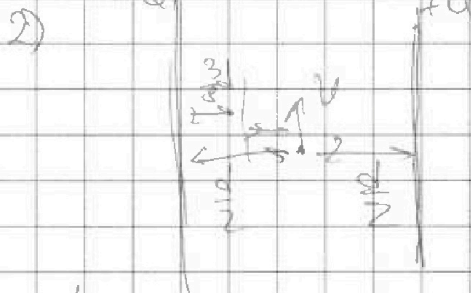
$F = \frac{mv^2}{R} = a_{\text{центр}} \cdot m$

$q \cdot E = \frac{mv^2}{R}$

$F = \frac{q}{1} q \cdot E$

$\frac{mv^2}{q \cdot R} = \frac{q}{m} \rightarrow \mu = \frac{v^2}{F \cdot R}$

$\mu = \frac{v^2}{E \cdot R} = \frac{v^2}{\frac{U}{d} \cdot R} = \frac{v^2 \cdot d}{U \cdot R}$



$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$

$\Delta E_k = q \cdot E \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{3}{8}d\right) - \text{работа поле}$

$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = q \cdot E \cdot d \cdot \frac{1}{8}$

$v^2 = \sqrt{\frac{q \cdot E \cdot d}{4m}} + v_0^2$

v - скорость по середине между обкладками



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
11 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$V^2 = \sqrt{\frac{q \cdot E \cdot d}{4\pi\epsilon_0} + V_0^2} \quad \frac{q}{m} = \mu = \frac{V_0^2 \cdot d}{4 \cdot R}$$

$$V = \sqrt{\frac{E \cdot d}{4} \cdot \frac{V_0^2 \cdot d}{4 \cdot R} + V_0^2}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 \left( \frac{E \cdot d^2}{4\mu R} + 1 \right)} = V_0 \sqrt{\frac{E \cdot d^2}{4\mu R} + 1}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{V_0^2 \cdot d}{4R}, \quad V = V_0 \sqrt{\frac{E \cdot d^2}{4\mu R} + 1}$$

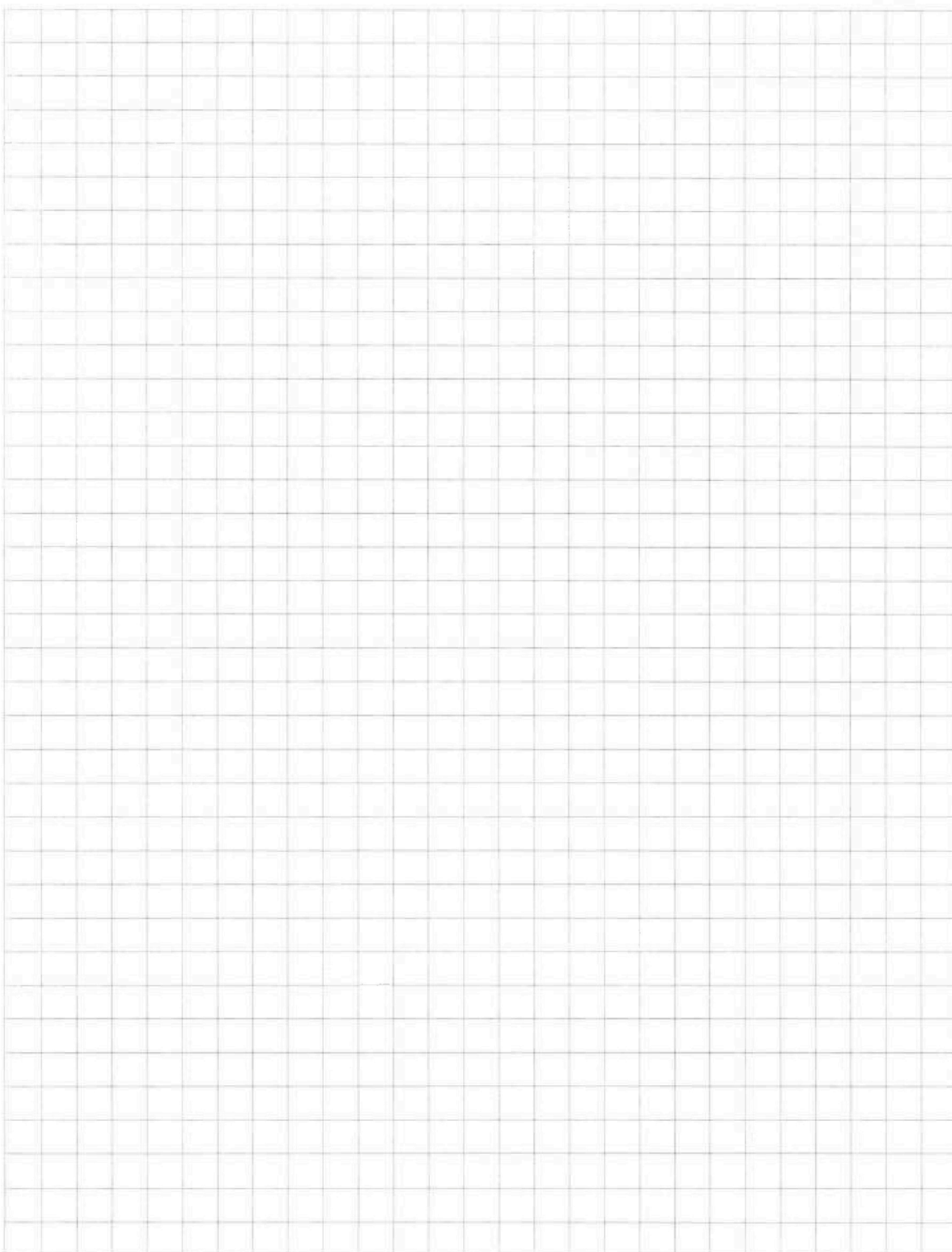


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~$$\sin a = \sin \alpha \sin \alpha - \sin \alpha \cos \alpha$$

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

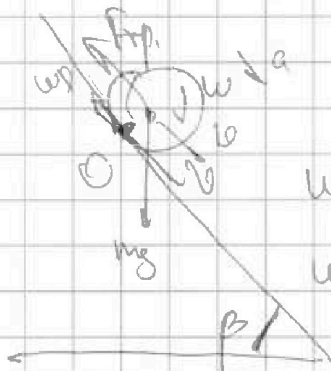
$$a \leq 60 \cdot 0,3 - 3 = 0$$~~

$$v = at$$

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

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{v_n^2}{2a}$$

$$a = \frac{v_n^2 \sin \alpha}{2h}$$



$$\omega R = v$$

$$\omega = \epsilon \cdot t$$

$$\frac{dv}{dt} = a$$

$$\frac{\omega R}{t} = a$$

$$a = \epsilon R$$

$$a =$$

$$= \frac{60 \cdot 0,3}{2 \cdot 1,5} =$$

$$= \frac{60 \cdot 0,3}{3} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{array}{r} \times 20 \\ 60 \\ \hline 1200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{0,3} \\ 10 = \end{array}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{3}{8}$$

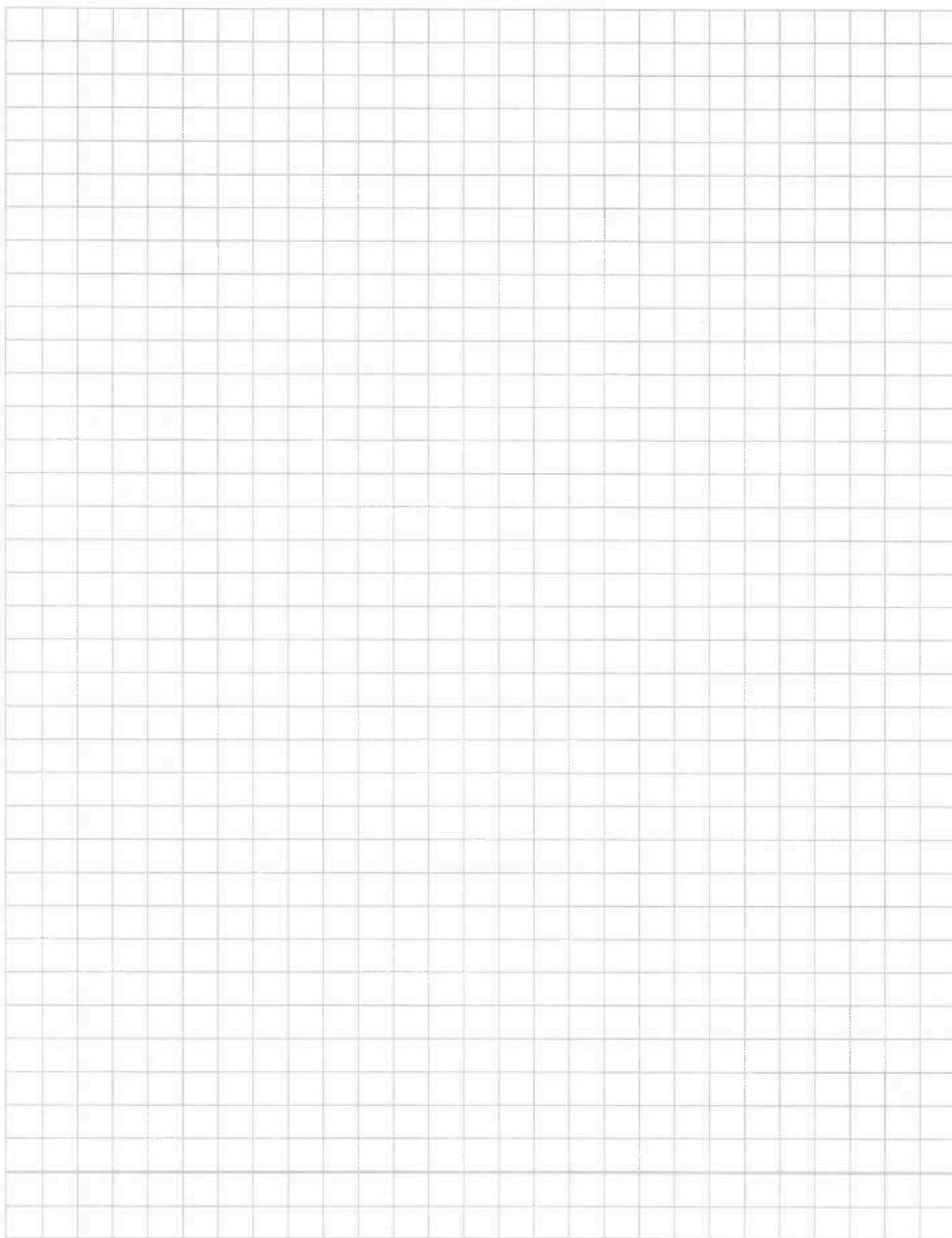


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$V_0 = gt_1 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) / t_2 \quad \Rightarrow \quad V_0 = g t_1 \sin \alpha + \mu g t_1 \cos \alpha$$

$$V_0 = g t_2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) / t_1 \quad \mu g \cos \alpha = V_0 - g t_1 \sin \alpha = \frac{6 - 10 \cdot 0,3}{1} = 3$$

$$V_0 t_2 = g t_1 t_2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$V_0 t_1 = g t_1 t_2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow V_0 (t_1 + t_2) = 2 g t_1 t_2 \sin \alpha$$

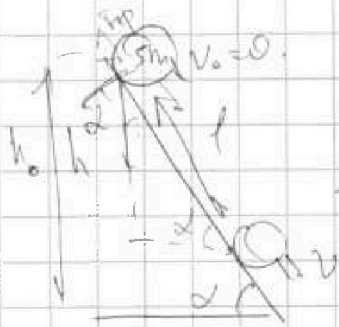
$$\sin \alpha = \frac{V_0 (t_1 + t_2)}{2 g t_1 t_2} =$$

$$\begin{matrix} 0 \\ 1,03 \\ 0,3 \\ 0,03 \end{matrix}$$

$$1 - 0,03 = 0,97$$

$$= \frac{6 \cdot (1+2)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 2} = \frac{6 \cdot 3}{4 \cdot 10} = \frac{6}{20}$$

$$= 0,3 \rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,3^2} = \sqrt{0,91}$$



3(2):

$$\sin g h \rightarrow \sin g h_0 = \sin g (h_0 - h) + \frac{\sin v^2}{2} - A_{tr}$$

$$\sin g h = \frac{\sin v^2}{2} - A_{tr}$$

$$A_{tr} = F_{tr} \cdot l, \quad F_{tr} = \sin \alpha = \frac{h}{l} \rightarrow l = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$A_{tr} = F_{tr} \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = \sin g \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\sin g h = \frac{\sin v^2}{2} - \frac{\sin g \cos \alpha \cdot h}{\sin \alpha}$$

$$g h = \frac{v^2}{2} - \frac{\mu g \cos \alpha \cdot h}{\sin \alpha} \quad / -2$$

$$2 g h + \frac{2 \mu g \cos \alpha \cdot h}{\sin \alpha} = v^2$$

$$2 g h + 2 \cdot \frac{(6 - g t_1 \sin \alpha)}{t_1 \cdot \sin \alpha} \cdot h = v^2$$

$$v = \sqrt{2 g h + 2 (\mu - g t_1 \sin \alpha) h}$$

$$v = \sqrt{2 g h + 2 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 5}$$

$$v = \sqrt{2 g h + 150}$$

$$v = \sqrt{1,5 \cdot 2 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 3}{1,5} \cdot 15 \cdot 5}$$

$$v = \sqrt{30 + 30} = 0,3$$

$$v = \sqrt{60} = 2\sqrt{15}$$



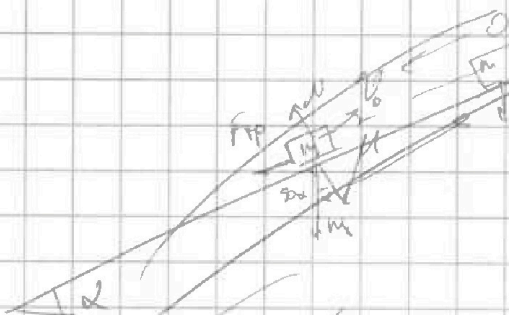
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3



$v_0 = at = 0$      $g \sin \alpha \cdot t = 1 \text{ секунда}$   
 $v_0 - \mu g \cos \alpha \cdot t = 0$   
 $v_0 = \mu g \cos \alpha \cdot t$   
 $\cos \alpha = \frac{v_0}{\mu g \cdot t} = \frac{1}{2}$

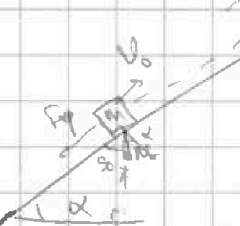
$v_0 = 6 \text{ м/с}$   
 $N = mg \cos \alpha$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$   
 $ma = F_{\text{тр}}$   
 $m a = \mu mg \cos \alpha$   
 $a = \mu g \cos \alpha$

$v(t) = v_0 - at$

$at_2 = v_0$      $t_2 = 2 \text{ секунды}$      $t_2 = 3 \text{ с}$   
 $\mu g \cos \alpha \cdot t_2 = v_0$   
 $\cos \alpha = \frac{v_0}{\mu g t_2}$

$ma_1 = mg \sin \alpha$   
 $N = mg \cos \alpha$   
 $m a_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$   
 $a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$   
 $v_0 - (g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) t_1 = 0$

$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$   
 $a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$   
 $\frac{v_0}{\mu g} = \frac{2v_0}{g \sin \alpha} \Rightarrow$   
 $v_0 = (g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) t_1$   
 $v_0 = t_2 (g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Изобарический процесс  $\rightarrow V = \text{const} \rightarrow A = 0$ .  $\mu_1, \mu_2$

$$\frac{p_1 A}{2 \Delta T_1} - \frac{p_2 A}{2 \Delta T_2} = Q = \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) \cdot \Delta T_1 \rightarrow Q = \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) \cdot \Delta T_1$$

$$\left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_a \right) = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

2) Изобар  $\rightarrow p = \text{const}$

$$-Q = -A + \mu_2$$

$$A = Q + \mu_2$$

$$A = Q - \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A = p \Delta V$$

$$A = \frac{Q (\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\Delta T_1} = \frac{2320 \cdot 2320 \cdot 8}{5829} = 720 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 2320 \\ \hline 20580 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20580 \quad | \quad 29 \\ \hline 203 \quad | \quad 720 \\ \hline 98 \\ \hline 98 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 29 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$g_{\text{пол}} = \frac{g_{\text{пол}}}{g_{\text{пол}}} \cdot g_{\text{пол}}$$

$$Q = C_p (\nu_r + \nu_a) \cdot \Delta T_1$$

$$C_p = \frac{Q}{(\nu_r + \nu_a) \cdot \Delta T_1}$$

$$A = (\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2 \quad \left( \frac{3}{2} \nu_r + \nu_a \cdot \frac{5}{2} \right) = \frac{2Q}{\Delta T_1}$$

$$C_p = \frac{Q \cdot p \Delta T_2}{A \cdot \Delta T_1} = \frac{Q p \Delta T_2}{A \Delta T_1}$$

$$3\nu_r + 5\nu_a = \frac{2Q}{\Delta T_1}$$

$$\nu_r = \frac{2Q}{\Delta T_1} - 5\nu_a$$

$$(p_1 + p_2) (\nu_r \Delta V) = (p_1 + p_2) (\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2$$

$$(p_1 + p_2) \nu_r = (\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2$$

$$(p_1 + p_2) \Delta V = (\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2$$

$$\Delta V = \frac{(\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2}{p_1 + p_2}$$

$$p_1 \nu_r = \nu_r p \Delta T_2 \quad p_1 + p_2 = \frac{(\nu_r + \nu_a) p \Delta T_2}{V} = p$$

$$p_1 \nu_r = \nu_r p \Delta T_2$$

$$p_1 (\nu_r + \Delta V) = \nu_r p \Delta T_2 + p \Delta T_2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

а)  $v_r = \frac{N_r}{M_A}$

$v_a = \frac{N_a}{M_A}$

$\frac{v_r}{v_a} = \frac{N_r}{N_a} = \frac{2Q}{\Delta T_1} \cdot \frac{5J_a}{3 \cdot J_a}$

$J_a + J_r = \frac{A}{R_0 T_2}$

$\rightarrow v_r = \frac{A}{R_0 T_2} - J_a$

$3v_r + 5J_a = \frac{2Q}{\Delta T_1}$

$3 \left( \frac{A}{R_0 T_2} - J_a \right) + 5J_a = \frac{2Q}{\Delta T_1}$

$2J_a = \frac{2Q}{\Delta T_1} - \frac{3A}{R_0 T_2}$

$J_a = \frac{2Q}{\Delta T_1} - \frac{3A}{R_0 T_2}$

$\rightarrow J_r = \frac{A}{R_0 T_2} - \left( \frac{2Q}{\Delta T_1} - \frac{3A}{R_0 T_2} \right)$

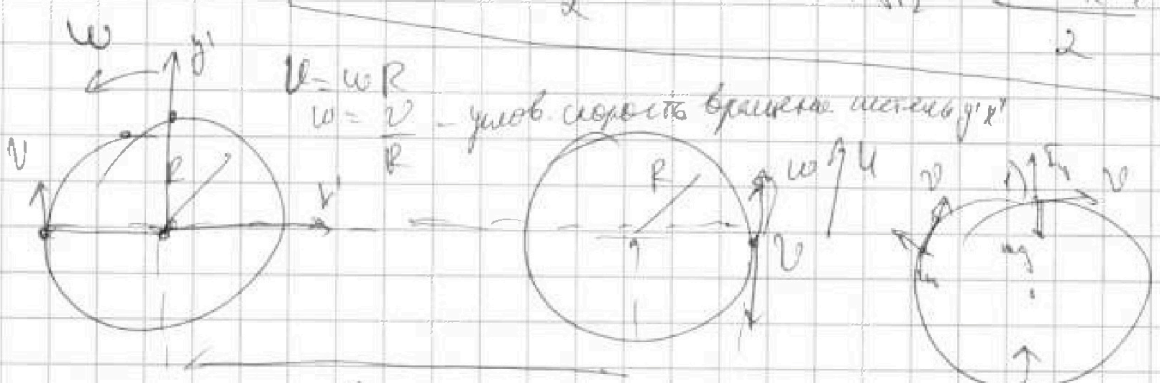
$29.7 = 140 + 63 =$   
 $29.8 = 160 + 72 =$   
 $= 232$

$\frac{1}{2} \cdot 2320$   
 $\frac{18}{3 \cdot 2360}$   
 $\frac{5829}{44}$

$80 - 3 \cdot 18$   
 $\frac{204}{50}$   
 $\frac{10}{10} \cdot \frac{130}{83}$   
 $\frac{478}{550}$

$\frac{180}{16.6} \cdot \frac{2.1}{1.4}$   
 $\frac{140}{83}$   
 $\frac{370}{370}$

$\frac{v}{R} = \frac{100 \cdot 100}{500} = 200/r$



$v = \omega R$   
 $\omega = \frac{v}{R}$  - углов. скорость вращения шара

1)  $\frac{m(g - \frac{v^2}{R})}{mg} = \frac{g - \frac{v^2}{R}}{g}$

1)  $m a_{\text{ос}} = mg - N \rightarrow N = mg - m \frac{v^2}{R}$   
2)  $m a_{\text{ос}} = -mg + N$   
 $N = m a_{\text{ос}} + mg$

$u = \omega \cdot (h+R) - v = \frac{v(h+R)}{R} - v = \frac{v}{R} (h+R - R) = \frac{250 \cdot h}{R}$   
 $= \frac{v h}{R} = \frac{100 \cdot 125}{0.5} = \frac{100 \cdot 1250}{500R}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$S \sin \alpha = V_0 \cos \alpha$   
 $\sin \alpha = \frac{h}{S} \Rightarrow V_0^2 + V_u^2 = (gt)^2$   
 $mg S \sin \alpha = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$   
 $V_u^2 = V_0^2 - 2gS \sin \alpha$   
 $2V_0^2 - 2gS \sin \alpha = gt^2$

По теореме косинусов

$S^2 + (gt)^2 - 2S \cdot gt \cdot \cos(90+\alpha) = V_0^2 t^2$   
 $S^2 + g^2 t^2 - 2Sgt \cos(90+\alpha) = V_0^2 t^2$   
 $2V_0^2 - 2gS \sin \alpha = g^2 t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2V_0^2 - 2gS \sin \alpha}{g^2}$

$S \cos \alpha \cdot \frac{gt}{2} = \frac{V_0 \cdot V_u}{2}$   
 $S \cos \alpha \cdot g = V_0 \cdot V_u$   
 $(S \cos \alpha \cdot g)^2 = (V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gS \sin \alpha})^2$   
 $S^2 \cos^2 \alpha \cdot g^2 = V_0^2 \cdot (V_0^2 - 2gS \sin \alpha)$   
 $S^2 \cos^2 \alpha \cdot g^2 = V_0^4 - 2V_0^2 g S \sin \alpha$   
 $S^2 (1 - \sin^2 \alpha) g^2 = V_0^4 - 2V_0^2 g S \sin \alpha$   
 $S^2 g^2 - S^2 \sin^2 \alpha g^2 = V_0^4 - 2V_0^2 g S \sin \alpha$   
 $S^2 g^2 \sin^2 \alpha - 2V_0^2 g S \sin \alpha + V_0^4 - S^2 g^2 = 0$   
 $S^2 g^2 a^2 - 2V_0^2 g S a + V_0^4 - S^2 g^2 = 0$   
 $a = 6^{-1} \arccos = \frac{2V_0^2 g S}{S^2 g^2} = \frac{4 \cdot 5^2 \cdot 9.8}{10000} = 4.9 \cdot 10^{-4}$

$a_2 = \frac{-6 \pm \sqrt{36 - 20 \cdot 5^2 + 2 \cdot 5^2}}{20} = \frac{-6 \pm \sqrt{36 - 500 + 50}}{20} = \frac{-6 \pm \sqrt{-414}}{20}$   
 $a_1 = \frac{2V_0^2 g S + S^2 g^2}{S^2 g^2}$   
 $a_1 = \frac{V_0^2 + gS}{gS}$   
 $a_1 = \frac{(5^2) + 10 \cdot 1000}{10 \cdot 1000}$

$\alpha = \arcsin(0.275)$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 1295 \\ \times 357 \\ \hline 12999 \\ + 785 \\ \hline 1071 \\ \hline 127449 - \\ 127449 - 1000 = \\ = 27449 \\ \frac{27449}{1000} = 0.27449 \end{array}$$

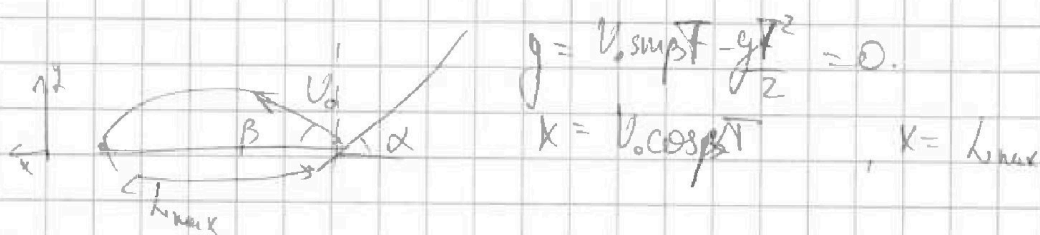
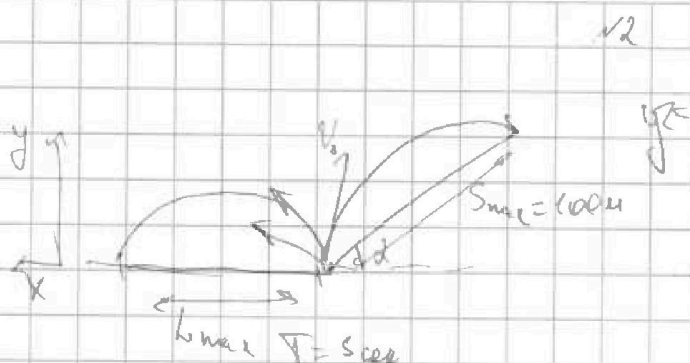


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$g = v_0 \sin \beta T - \frac{gt^2}{2} = 0$$

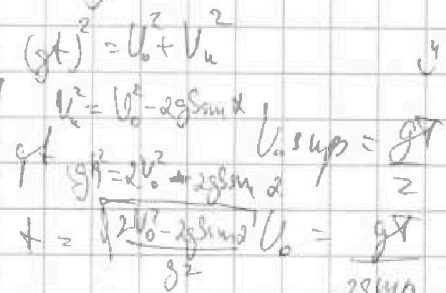
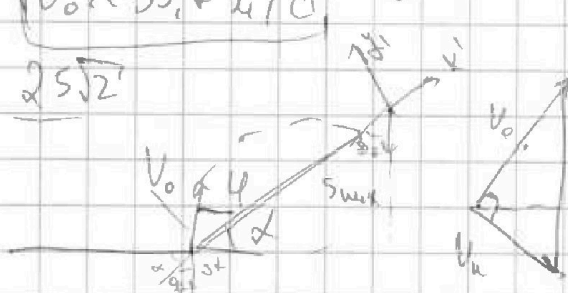
$$x = v_0 \cos \beta T, \quad x = L_{\max}$$

$$v_0 \sin \beta = \frac{gt}{2} \rightarrow T = \frac{2v_0 \sin \beta}{g}$$

$$L_{\max} = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g} \rightarrow \forall k L_{\max} \Rightarrow \sin 2\beta = \frac{g L_{\max}}{v_0^2}$$

$$v_0 \approx 35,7 \text{ м/с}$$

$$25\sqrt{2}$$



$$(gt)^2 = v_0^2 + v_x^2$$

$$v_x^2 = v_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$gt = \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha}$$

$$t = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha}}{g} = \frac{gt}{2g \sin \alpha} = \frac{10 \cdot 5}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

$$x' = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2 \sin \alpha}{2} = S_{\max} = \frac{50}{\sqrt{2}} =$$

$$y' = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2 \cos \alpha}{2} = 0$$

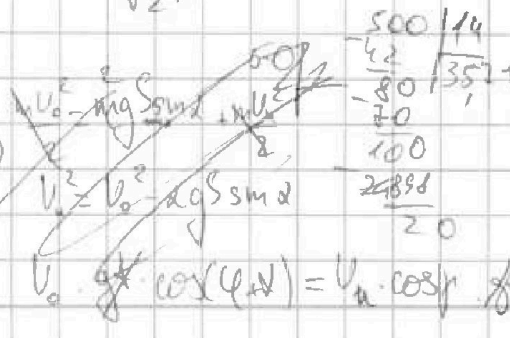
$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{\cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{\cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{\cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{\cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{\cos \alpha}$$



$$v_0^2 - 2gS \sin \alpha = v_x^2$$

$$v_x^2 = v_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$v_0 \cdot \frac{gt}{\cos \alpha} = v_x \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{500}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{500}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{500}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{500}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$