



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

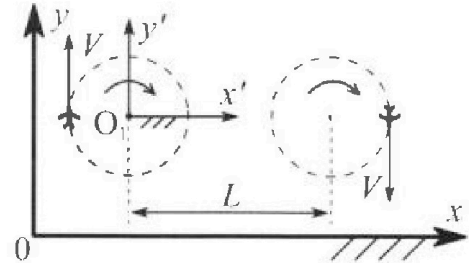
## Вариант 10-04



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 самолет,  $R=500 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

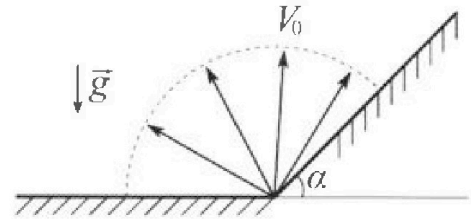
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты окажутся на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,25 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета 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  $\vec{U}$ .

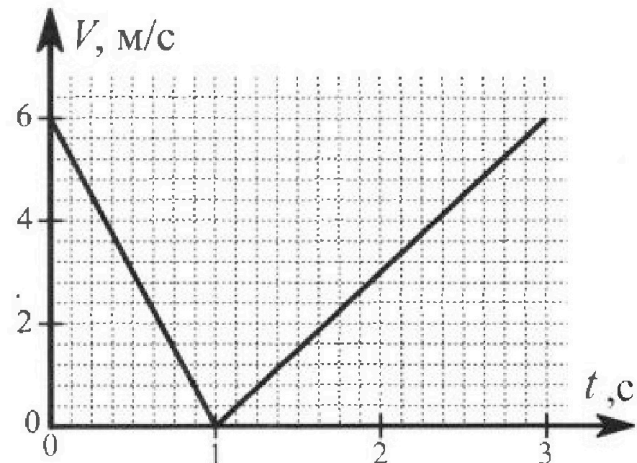
2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна  $T = 5 \text{ с}$ , максимальное перемещение за время 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.

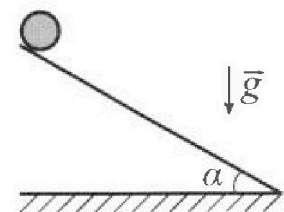
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g=10 \text{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

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 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?

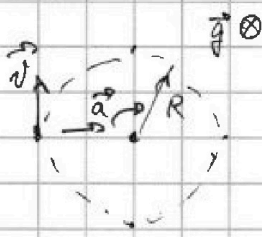


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

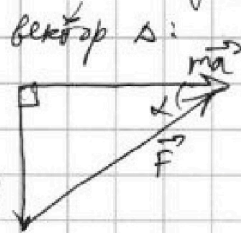
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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. Т.к. самалёт летит в горизонт. пл-ти, то запишем также соотн. (2-ой з-н Ньютона):  
 $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$  ( $\vec{F} = -\vec{N}$  - по 3-ему з-ну Ньютона)



$m\vec{a} \perp m\vec{g}$  (в Horiz. пл-ти)  
 ( $\vec{a}$  направ к ц.окр.)

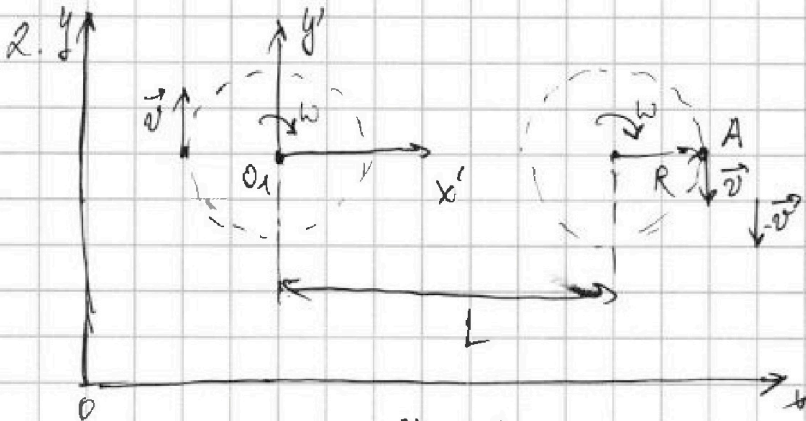
Из рис.:  $\text{ctg } \alpha = \frac{a}{g}$   
 $\alpha = \alpha_n = \frac{v^2}{R}$ , но

?  $\frac{F}{mg} \Rightarrow \frac{mg}{F} = \sin \alpha$

из тригоном.:  $\text{ctg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$

$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{\text{ctg}^2 \alpha + 1}} \Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{\frac{v^2}{gR} + 1}}} = \sqrt{\frac{v^2}{gR} + 1}$

$= \sqrt{\frac{(100)^2}{10 \cdot 500} + 1} = \sqrt{2^2 + 1} = \sqrt{5}$



Переход в СО 1 самалёта:  $-\vec{v}$

и  $\leftarrow \omega$   
 То есть ко 2 самалёту добавляется вектор  $-\vec{v}$  и переходим в вращ. СО  $\Rightarrow$

$\Rightarrow \omega R = v \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$  (заметьте, что у обоих сам-ов первонач. одинаковые  $\omega$ )

+ скорость вращ. СО:  $R' = L + R$ , тогда  $v_{вр} = \omega(L + R) =$

$= v \frac{L + R}{R}$ , напр. вверх ( $\leftarrow \omega$ )  $\Rightarrow v_{вр} = v \frac{1250 + 500}{500} = 3,5v \uparrow$   
 и в направ  $\vec{v} + (-\vec{v}) = 2v$

$\uparrow u = (3,5 - 2)v = 1,5v = 150 \text{ м/с}$

Ответ: 1.  $\sqrt{5}$ ; 2.  $150 \text{ м/с}$   $\uparrow$  напр.



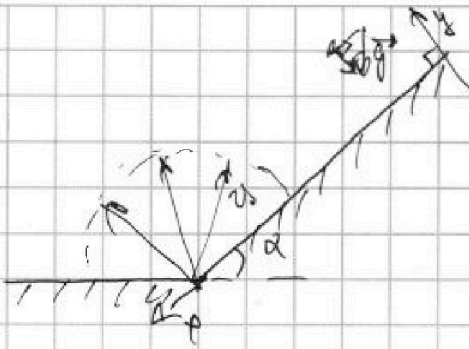


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

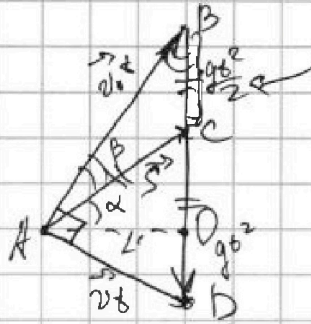
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

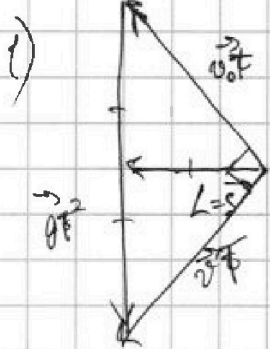
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$T = 5\text{c}; S = 100\text{м}$   
1.  $v_0$  - ? 2.  $\alpha$  - ?



вектор  $\Delta$  перемещений  
где оскла, унахисно  
на склои



← где горизонт. унахис. оскла, т.к.  $L \rightarrow \text{max}(S)$ ,  
то угол между  $\vec{v}_0$  и  $\vec{v}$  (из площади  $\Delta$   
и  $v_0 = v$  (т.к.  $S$  - медиана))  $Lgt = \frac{v_0 v t^2 \sin \alpha}{2}$   
 $S = L = \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g}$   $L = \frac{v_0 v^2 \sin \alpha}{g}$   
 $\Rightarrow v_0 = \frac{gT}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}}$  (м/с)  $\sin_{\text{max}} \alpha = 1$

2) Т.к. где  $\Delta$  перемещ. - оскла на склоне  $S_{\text{max}} \rightarrow \vec{v}_0 \perp \vec{v}$   
 $\Rightarrow S = \frac{gt^2}{2}$  - медиана в  $\text{p}\Delta$ -ке. (max площадь  $\Delta$ )

$S_{\text{max}}$  значит и  $L' \rightarrow \text{max}$  возможная  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  макс. скорости одинаковые  $\Rightarrow t = t = \frac{gT^2}{2}$   
из геометрии  $L' = S \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{L' - \frac{gT^2}{2}}{S} = \frac{\frac{gT^2}{2} - \frac{gT^2}{2}}{2 \cdot \frac{gT^2}{2}} = 0$

пусть угол между  $\vec{v}_0$  и склоном -  $\beta$   
(тогда угол между  $\vec{v}_0$  и склоном -  $\beta$ )  $\alpha = g \sin \alpha \cos \alpha$

тогда  $\text{tg } \beta = \frac{v_{\text{т}}}{v_0} = \frac{L'}{OB}$   
( $S = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \text{p}\Delta$  А В С)  $OB = \frac{gt^2}{2} + S \sin \alpha = S(1 + \sin \alpha)$   
 $S_{\text{max}} = L' \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0 v_{\text{т}}^2}{2} \Rightarrow L' = \frac{v_0 v_{\text{т}}}{g}$

$\text{tg } \beta = \frac{v}{v_0} = \frac{v_0 v}{gS(1 + \sin \alpha)} \Rightarrow v_0^2 = gS(1 + \sin \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{gS} - 1 = \left(\frac{50}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{10 \cdot 100} - 1 = \frac{25 \cdot 100}{2 \cdot 10 \cdot 100} - 1 = \frac{5}{20} =$

$= 0,25$   
ответ:  $v_0 = \frac{50}{\sqrt{2}}$  м/с ;  $\sin \alpha = 0,25$ .



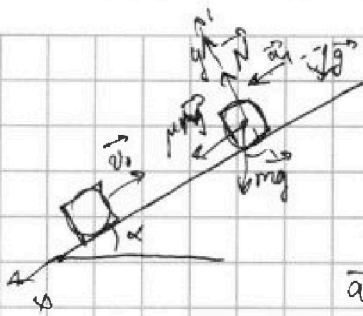


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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)  $F_{тр} = \mu N$ , т.к. шайба движется

$$m\vec{a}_1 = \vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g}$$

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

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$\vec{a}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_0; \quad a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

По графику:  $v = v_0 - at = 6 \frac{m}{c} - 6 \frac{m}{c^2} t$

(при движении вверх)

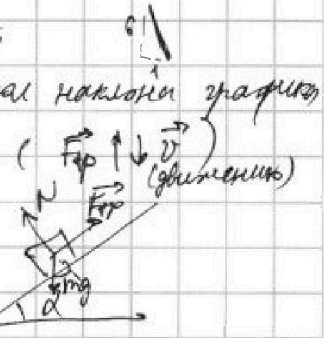
при движении вниз:  $a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

по графику:

$$v = a_2 t = \frac{6}{2} \frac{m}{c^2} t = 3 \frac{m}{c^2} t$$



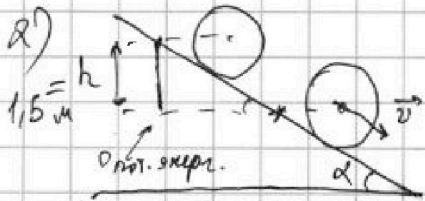
(tg угла наклона графика)



$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 6 \frac{m}{c^2}; \quad g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 3 \frac{m}{c^2}$$

вычитаем: складываем:

$$2g \sin \alpha = 9 \frac{m}{c^2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{9 \frac{m}{c^2}}{2g} = \frac{9}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20}$$



По 9. Кинема  $R_{бокн} = \frac{mv^2}{2} + K' = mv^2$

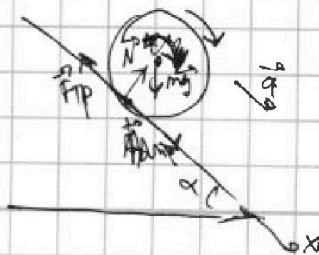
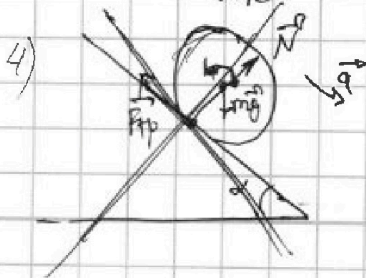
т.к. бокн гб-а без проскальз.  $\Rightarrow F_{тр} = 0 \Rightarrow R_{гп} = 0$

$$3. С. 2: m_0 gh = \frac{m_0 v^2}{2} + \frac{m_0 v^2}{2} \Rightarrow m_0 gh = \frac{1}{2} v^2 (m_0 + \frac{m_0}{n+1})$$

$$v = \sqrt{2gh \frac{n+1}{n+2}} = 5 \frac{m}{c}$$

$$3) \frac{h}{\sin \alpha} = S, v_0 = 0 \Rightarrow S = \frac{at^2}{2} = \frac{v^2}{2a} = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{v^2 \sin \alpha}{2h} = \frac{5^2 \cdot 0.2}{2 \cdot 1.5} = \frac{10}{3} = 3.33 \frac{m}{c^2} = \frac{15}{4} = 3.75 \frac{m}{c^2}$$



учи гб-а без проскальз.:  $F_{тр} \leq \mu N, F_{тр} \leq \mu mg \cos \alpha$

2 3-и Ньютона в:



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 2

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!

Продолжение.

$$m a = m g \sin \alpha - F_{\text{тр}} \Rightarrow F_{\text{тр}} = m (-a + g \sin \alpha) \leq \mu m g \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{-a + g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{-\frac{10}{3} + 10 \cdot \frac{3}{4}}{10 \cdot \frac{3}{4}} =$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{16 - 9}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{4} \Rightarrow$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$\mu \geq \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{\left(10 \cdot \frac{3}{4} - \frac{10}{3}\right) \cdot 20^2}{10 \cdot \sqrt{315}} = \frac{3 \cdot 2}{\sqrt{315}}$$

$$\mu \geq \frac{3}{2\sqrt{315}}$$

Ответ: 1.  $\frac{3}{20} = 0,15$

2.  $5 \text{ м/с}$

3.  $3,75 \text{ м/с}^2$

4.  $\mu \geq \frac{3}{2\sqrt{315}}$





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 2

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!

He + N<sub>2</sub>

1.  $V = const$  :  $Q = 2320 \text{ Дж}$  ;  $T \downarrow \rightarrow |\Delta T| = 58 \text{ K}$

2.  $p = const$  :  $Q_2 = Q_1 = Q$  ;  $T \downarrow \Rightarrow |\Delta T_2| = 40 \text{ K}$

1)  $A_{внеш} = ?$

2)  $C_p = ?$

3)  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{N_{He}}{N_{N_2}} = ?$

И караво  $T, R$ :

1.  $-Q = A_1 + \Delta U_1$  ( $A_1 = 0$ , т.к.  $V = const$ )

$+Q = +\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_1| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_1|$

2.  $-Q = A_2 + \Delta U_2$  |  $\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2$

$A_2 = -Q - \Delta U_2 = -Q + \left( \frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_2| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_2| \right)$

$\frac{Q}{R |\Delta T_1|}$

$A_{внеш} = -A_2$

$A_{внеш} = Q - R |\Delta T_2| \cdot \frac{Q}{R |\Delta T_1|} = Q - Q \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = 2320 \left( 1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{18}{58} = 40 \cdot 18 = 720 \text{ (Дж)}$

3.  $Q = C \Delta T \Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$  ;  $C_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320}{40} = 58 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{K}} \right)$

4.  $\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 = \frac{Q}{R |\Delta T_1|}$  (1)

т.к.  $A_2 = p \Delta V = (p_1 + p_2) \Delta V < 0$  ( $p_1 + p_2 = const$ )

( $p = p_1 + p_2$ , полное давление складывается из парц. давл. смеси)

зр. сост. газа:

$\int (p_1 + p_2) V_0 = (\nu_1 + \nu_2) R T_0$

$(p_1 + p_2) (V_0 + \Delta V) = (\nu_1 + \nu_2) R (T_0 + \Delta T_2)$

вычитаем из второго перд:

$(p_1 + p_2) \Delta V = (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2$

$A_2 = \frac{A_2}{(\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2}$

$\nu_1 + \nu_2 = \frac{A_2}{R \Delta T_2} = \frac{A_{внеш}}{R |\Delta T_2|} = \frac{Q (|\Delta T_1| - |\Delta T_2|)}{R |\Delta T_1| \cdot |\Delta T_2|} \Rightarrow$

$\Rightarrow 3 \left( \frac{Q (|\Delta T_1| - |\Delta T_2|)}{R |\Delta T_1| |\Delta T_2|} - \nu_2 \right) + 5 \nu_2 = \frac{2Q}{R |\Delta T_1|}$

$\nu_2 = \frac{Q (5 |\Delta T_1| - 3 |\Delta T_2|)}{2 R |\Delta T_1| |\Delta T_2|}$  ;  $\nu_1 = \frac{Q (2 |\Delta T_1| - 2 |\Delta T_2| - 5 |\Delta T_2| + 3 |\Delta T_1|)}{2 R |\Delta T_1| |\Delta T_2|}$



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  
2 ИЗ 2

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!

Продолжение с. Q (5kT<sub>1</sub> - 7kT<sub>2</sub>) ;  $f = \frac{N}{N_A} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{N_1}{N_2}$

$$p_1 = \frac{5kT_1 - 7kT_2}{2RkT_1 / \beta T_2}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{5kT_1 - 7kT_2}{5kT_2 - 3kT_1} = \frac{292 - 280}{200 - 174} = \frac{5}{13}$$

- Ответ:
1. 220 Дж
  2. 58 Дж/К
  3.  $\frac{5}{13}$ .



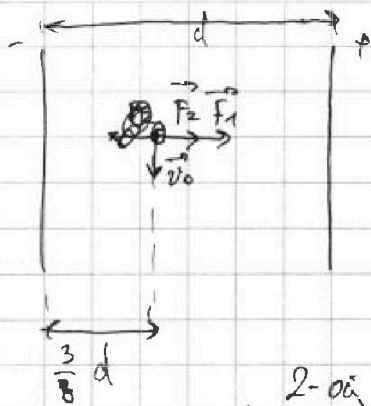
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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!



$$u, v_0, R, d \quad \gamma = \frac{q}{m}$$

$$1) \quad u = \frac{kQq}{r} = \frac{kQq}{d}$$

$$F_1 = \frac{kQq}{\left(\frac{3}{8}d\right)^2} ; \quad F_2 = \frac{kQq}{\left(\frac{5}{8}d\right)^2} = \frac{uq}{d} \cdot \frac{64}{25}$$

$$\frac{64uq}{9d} ;$$

2-ое и 3-е Ньютона:  $F_1 + F_2 = ma$

$$ma = \frac{uq \cdot 64 (9 + 25)}{9 \cdot 25} \quad ; \quad a = \frac{v_0^2}{R}$$

$$\frac{q}{m} = \gamma = \frac{v_0^2}{Ru} \cdot \frac{9 \cdot 25}{64 \cdot 34}$$

$$2) \quad \text{ЗСД: } -\frac{kQq}{\frac{3}{8}d} + \frac{kQq}{\frac{5}{8}d} + \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{kQq}{\frac{d}{2}} + \frac{kQq}{\frac{d}{2}} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{m}{2} (v^2 - v_0^2) = \frac{uq \cdot 8 (3 - 5)}{15} = uq \cdot \frac{16}{15} \Rightarrow v = u \cdot \frac{32}{15} \gamma + v_0^2$$

Ответ: 1)  $\gamma = \frac{v_0^2}{uR} \cdot \frac{9 \cdot 25}{64 \cdot 34}$

2)  $v = v_0^2 - u \gamma \cdot \frac{32}{15}$

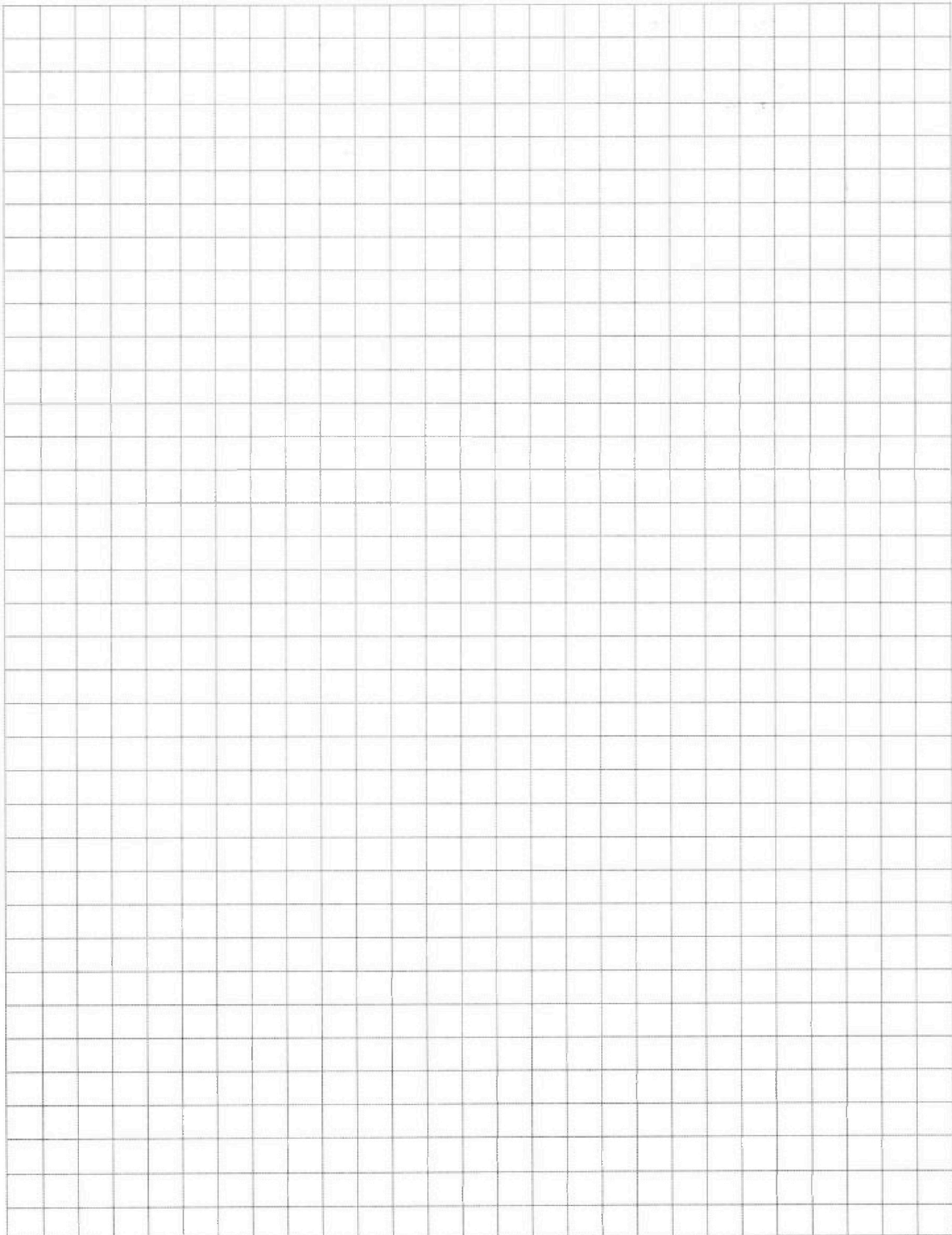


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$\frac{q \cdot t^2}{2} = 5 \cdot 25 = 125$   
 $100 = \frac{10 \cdot 25}{2}$   
 $\frac{q t^2}{2} = \frac{10 \cdot 25}{2} = 125$

$L = \frac{q t^2}{2}$   
 $L = 25 \cdot 20$

$\frac{q t^2}{2} \cos \alpha$   
 $L' = \frac{25 \cdot 20}{g}$

$\frac{20 \cdot S \sin \alpha}{2} = \frac{L' \cdot q t^2}{4}$   
 $L' = \frac{20 \cdot 20}{g}$

$\frac{3}{2} v_1 + \frac{5}{2} v_2 = \frac{Q}{R \rho \gamma_1}$   
 $Q = \frac{R \rho \gamma_1}{R \rho \gamma_1} \cdot Q =$

$2320 \left( 1 - \frac{40}{58} \right) = \frac{19}{58} \cdot 2320 = \frac{440}{140} = \frac{1400}{140}$

$Q = c \rho \Delta T$   
 $\frac{3}{2} \frac{N_1}{N_1} + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_1} = \frac{Q}{R \rho \gamma_1}$   
 $\frac{3}{2} \frac{N_1}{N_1} + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_1} = \frac{Q}{R \rho \gamma_1}$   
 $\frac{3}{2} \frac{1}{2} = \frac{Q}{R \rho \gamma_1} = \frac{5}{2}$



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!

3.2

$$x(t) = v_0 - at = \frac{v_0^2}{2g} = 24$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} \quad \frac{1}{2} v_0^2 \sin^2 \beta = \frac{1}{2} v^2 \cos^2 \beta$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} = \frac{g^2}{2} \quad v_0 \sin \beta = v \cos \beta$$

$$\frac{v_0^2}{g} \sin^2 \beta = \frac{v^2}{g} \cos^2 \beta \Rightarrow \tan^2 \beta = \frac{v^2}{v_0^2}$$

$$\tan \beta = \frac{v}{v_0}$$

$$y = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin^2 \beta t^2}{2} \rightarrow \max$$

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

$$y = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \beta} - \frac{g \sin^2 \beta}{2} \cdot \left( \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \beta} \right)^2$$

$$y = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos^2 \beta} - \frac{2 v_0^2 \sin^3 \beta}{g \cos^2 \beta}$$

$$y = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta (1 - \sin^2 \beta)}{g \cos^2 \beta} = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos^3 \beta}{g \cos^2 \beta} = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g}$$

$$s = \frac{g t^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \left( \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \beta} \right)^2 = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^4 \beta}$$

$\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5}$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$

1

$W(L+R) = v \frac{L+R}{R}$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$   
 $a = \frac{v^2}{R}$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$   
 $\frac{175}{250} \cdot \frac{500}{3,5} = 100$

$$\left( \frac{2R}{gR} \right)^2 = \left( \frac{10^4}{10 \cdot 500} \right)^2 = \frac{10^4}{10^3 \cdot 5} = 2 \cdot 2 = 4 + 1$$

$\frac{10 \cdot 10^4}{10 \cdot 10^3 \cdot 5} = 2 \cdot 2 = 4 + 1$   
 $\frac{10 \cdot 100}{10 \cdot 100 \cdot 2} = 1$   
 $\frac{10}{20} = \frac{1}{2}$





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!

$$(p_1 + p_2) V = (h_1 + h_2) R T_0$$

$$A_2 = p_2 \Delta V = (p_1 + p_2) \Delta V$$

$$\frac{3}{2} p_1 \Delta V + \frac{5}{2} p_2 \Delta V$$

~~dp~~

$$\frac{dp}{p} + \dots = \frac{dT}{T}$$

$$\Delta T_1 = \frac{2Q}{R \Delta T_1 T_2}$$

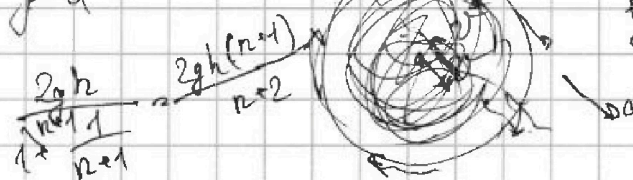
$$2h_1 R \Delta T_1 + 5h_2 R \Delta T_1 = 2Q \Rightarrow$$

$$A_2 = (p_1 + p_2) \Delta V = (p_1 + p_2) dT \frac{V}{T}$$

$$p_1 V = \nu R \quad R = \frac{3}{2} \nu d$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{dT}{T} \quad \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$pVQ =$$

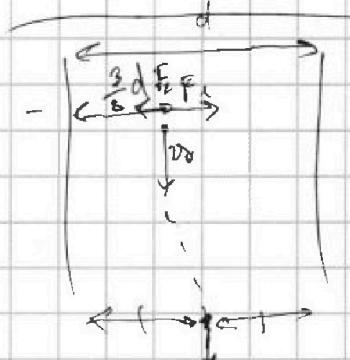


$$dp = dp_1 + dp_2 = \frac{5h_2 \cdot \nu^2}{20} = \frac{10}{3}$$

$$\frac{5\nu^2 \cdot \nu^2}{20 \cdot 8 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{10}{3}$$

$$\frac{3}{20} \cdot 10 = 2 \cdot 10 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8} = 5$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8}}{2h} = \frac{5 \cdot 2 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8}}{2h}$$



$$\frac{10}{3} = \frac{10 \cdot 4}{20}$$

$$\frac{10}{3} = \frac{2}{3} \cdot 2\sqrt{21}$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{20}{\sin \alpha}$$

$$a = \frac{20 \sin \alpha}{2h}$$

$$\frac{2 \cdot 5}{20 \cdot \frac{1}{\sqrt{21}}} = \frac{1}{3\sqrt{21}}$$

$$\frac{25 \cdot \frac{9}{4}}{20 \cdot 2 \cdot \frac{3}{8}} = \frac{15}{4}$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{9}{20}\right)^2} = \sqrt{\frac{319}{400}}$$

$$\left(10 \cdot \frac{9}{20} - \frac{15}{4}\right) \cdot 20 = \frac{3 \cdot 20^2}{2 \cdot \sqrt{319}} = \frac{3}{2\sqrt{319}}$$



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!

$$A_{\text{внеш}} = (p_1 + p_2) V = (p_1 + p_2) \Delta T_2$$

~~2320~~

$$\frac{2320}{2} = 1160$$

$$\frac{129}{46}$$

$$p_1 + p_2 = \frac{A}{\Delta T_2} = \frac{720}{46} = 15.65$$

$$\frac{33}{116}$$

~~$p_1 + p_2 = \dots$~~

$$\frac{dp}{p_1 + p_2} = \frac{dV}{V}$$

$$A = (n_1 + n_2) R \Delta T_2 \Rightarrow n_1 + n_2$$

$$(p_1 + p_2) V = (n_1 + n_2) R T$$

$$(p_1 + p_2 + dp) V = (n_1 + n_2) R (T + dT)$$

$$dp V = (n_1 + n_2) R dT$$

$$p_1 \Delta V = n_1 R \Delta T_2$$

$$3n_1 + 5n_2 = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$\frac{3Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{R \Delta T_1 \Delta T_2} = \frac{2Q \Delta T_2}{R \Delta T_1^2}$$

$$3n_1 + 5n_2 = \frac{5Q \Delta T_2 - 3Q \Delta T_1}{2 \cdot R \Delta T_1 \Delta T_2}$$

$$n_1 = \frac{Q(2\Delta T_1 - 2\Delta T_2 - 5\Delta T_2 + 3\Delta T_1)}{2R \Delta T_1 \Delta T_2}$$

$$\mu = \frac{kg}{m^2} = \frac{kg}{d}$$

$$5\Delta T_1 - 7\Delta T_2$$

$$\frac{10^5}{2513}$$

$$\frac{40 \Delta T_1}{280}$$

$$\frac{10 \Delta T_1}{232}$$

$$\frac{258}{171}$$

$$200 - 171$$

$$\frac{252}{174}$$