



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

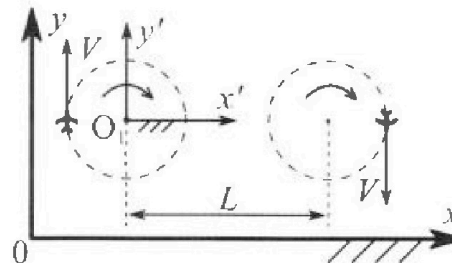
## Вариант 10-04



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  $V = 100$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=500$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

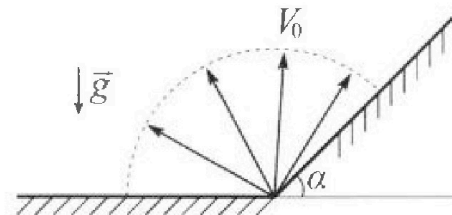
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,25$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

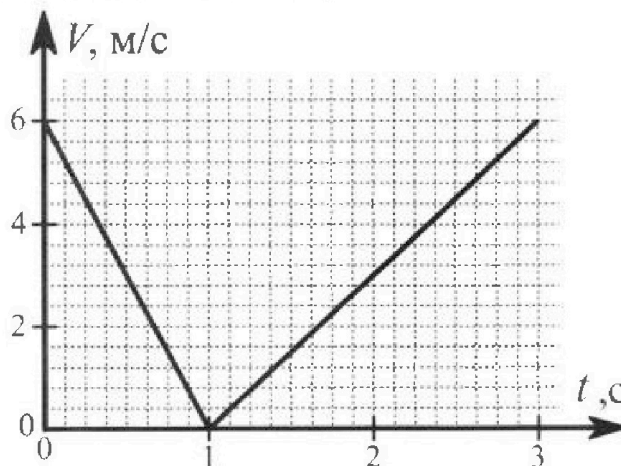
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $T = 5$  с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



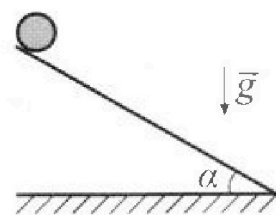
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



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  $h=1,5$  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 некое 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?

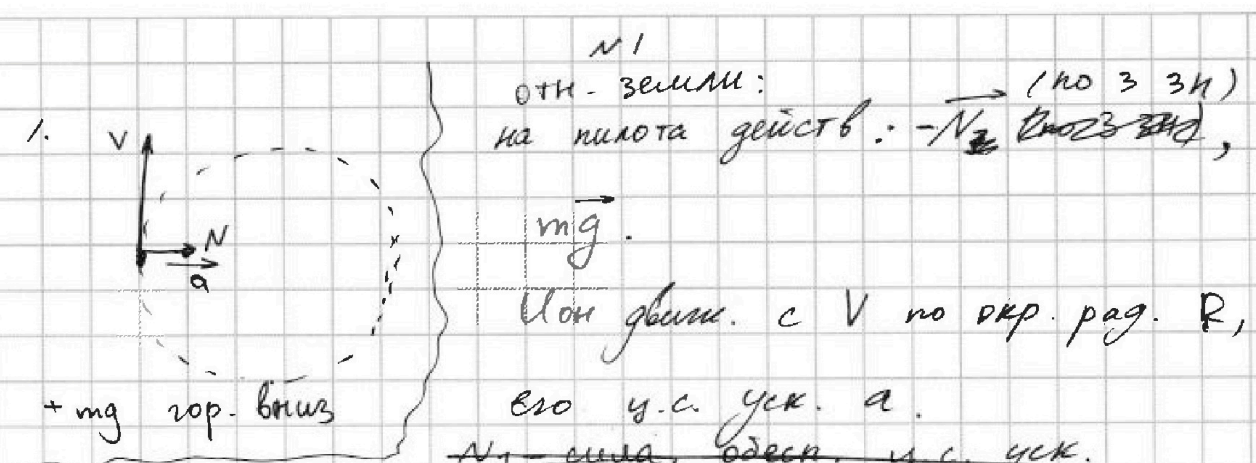


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

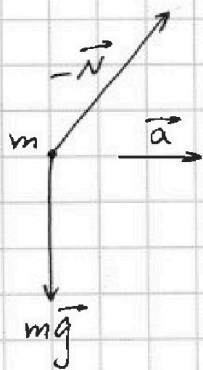
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

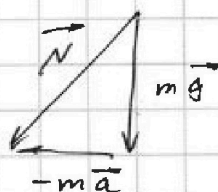


$$a = \frac{V^2}{R}$$



$$23Н: m\vec{a} = -\vec{N} + m\vec{g}$$

$$\vec{N} = m(\vec{g} - \vec{a})$$



$$\Rightarrow N^2 = (mg)^2 + (ma)^2 \Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}}{mg} =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{(ma)^2}{(mg)^2}} = \sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = \sqrt{1 + \frac{20^2}{10^2}} = \sqrt{5}$$

$$a = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{500} = \frac{10000}{500} = 20 \frac{м}{с^2}$$

$$\frac{20^2}{10^2} = \frac{400}{100} = 4$$



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  
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!

2.  $x'O, y'$  вращ. с  $\omega$  по рис. (на рис. усл.)

$$\omega R = V \Rightarrow \omega = \frac{V}{R} = \frac{100}{500} = \frac{1}{5} \left( \frac{1}{c} \right)$$

расст. от  $O_1$  до 2-го самолёта  $D = L + R$

тогда  $\vec{u} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ , где  $|\vec{v}_1| = V$ ,  $\vec{v}_1 \perp y'$ ,

$$|\vec{v}_2| = \omega D, \vec{v}_2 \perp y'$$

$$\Rightarrow \vec{u} \perp y', \text{ т.е. } \vec{u} \perp y$$

$$\begin{aligned} u &= v_1 + v_2 = V + \omega D = V + \omega(L + R) = \\ &= 100 + \frac{1}{5}(1250 + 500) = 450 \frac{m}{c} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ + 500 \\ \hline 1750 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1750 \\ - 15 \\ \hline 25 \\ - 25 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \\ \sqrt{350} \\ 250 \\ + 50 \\ \hline 1750 \end{array}$$

(т.е.  $\vec{u}$  сонар. со ск.  
2-го сам. отн. земли)

Ответ:  $|\vec{u}| = 450 \frac{m}{c}$ ,

$\vec{u}$  напр. туда же, куда и скорость 2-го самолёта отн. земли.

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$$



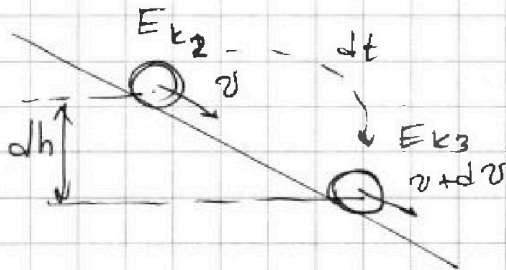
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 5

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.



пусть за  $dt$  шарик спускается на  $dh$  по высоте и изм. своей скорости  $v$  на  $dv$ .

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

$dt, dh, dv$  - малы.

Т. Кинетика:

$$E_{k2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{5} \frac{mv^2}{2} = \frac{6}{10} mv^2 - \text{кин. эн. при } v$$

$$E_{k2} = \frac{m(v+dv)^2}{2} + \frac{1}{5} \frac{m(v+dv)^2}{2} = \frac{6}{10} m(v+dv)^2 =$$

кин. эн. при  $v+dv$

$$= \frac{6}{10} m(v^2 + 2v dv + dv^2)$$

Т. об изм.  $E_{кин}$ :

$$E_{k2} - E_{k1} = Mg \cdot \frac{dh}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = Mgdh$$

$$\frac{6}{10} m(v^2 + 2v dv + dv^2) - \frac{6}{10} mv^2 = Mgdh \Rightarrow \frac{6}{5} v dv = g dh$$

$$(v+dv)^2 - v^2 = 2adv$$

$$v^2 + 2v dv + dv^2 - v^2 = 2adv \Rightarrow dh = \frac{v dv}{a}$$

$$\frac{6}{5} v dv = g \frac{v dv}{a} \Rightarrow a = \frac{5}{6} g = \frac{5}{6} \cdot 10 =$$

$$= \frac{5 \cdot 5}{3} = \frac{25}{3} \approx 8,33 \frac{m}{c^2}$$

$$\begin{array}{r} - 25 / 3 \\ - 24 / 8,33 \\ - 10 \\ - 9 \\ - 10 \end{array}$$



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  
2 из 5

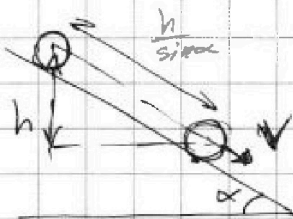
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{3}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{10}} = \frac{3}{4\sqrt{20}}$$

$\mu_0$  - коэфф. тр. из 1-го экп.

2. Второй опыт.

$M$  - масса доски + воды,  $R$  - рад. доски



$\sum F = \frac{dE_{кин}}{dt}$  изм. кин. эн. доски

$A = \Delta E_{кин}$

↑  
работа всех сил на доску

Вода - ид. жидк (не вязкая) => можно считать, что вода движ. поступательно.

$\frac{1}{5}M$  - масса стенок доски,  $\frac{4}{5}M$  - масса воды.

$$A = M g h \cdot \frac{h}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = mgh.$$

ост. силы работу не соверш.

$E_{кин0} = 0$  - была  $E_{кин}$

$E_{кин2}$  - стала  $E_{кин}$

$$E_{кин1} = mgh$$

$$E_{кин1} = \frac{M \cdot v^2}{2} + \frac{\frac{1}{5} M v^2}{2} - \text{по Т. Кеннига}$$

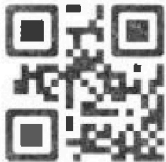
(кин. эн. вода отн. ч.м. не движ.)

$$\text{Итак, } M m g h = \frac{6}{10} M v^2 \Rightarrow g h = \frac{6}{10} v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{10}{6} g h} = \sqrt{\frac{10}{6} \cdot 10 \cdot 1.5} = 10 \sqrt{\frac{1.5}{6}} =$$

$$= 10 \sqrt{\frac{3}{12}} = 10 \sqrt{\frac{31}{4 \cdot 3}} = 5 \frac{m}{c}$$

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 5

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!

4. Бочка не проскальз.  $\Rightarrow$  у т. кас. бочки и накл. пл. скорость нулевая.

~~Проскальз. начинается, когда  $\mu \in [\mu_{\min}; +\infty)$ .~~

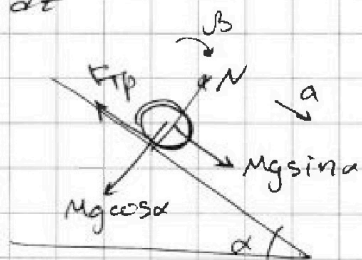
$\mu_{\min}$ :  $F_{\text{тр}} = \mu_{\min} N$  обеспечивает ~~в~~ угловое ускорение (в иных случаях ( $\mu > \mu_{\min}$ ) уск. обесп. сила  $\leq \mu N$ )

угловое уск.  $\beta = \frac{d\omega}{dt}$

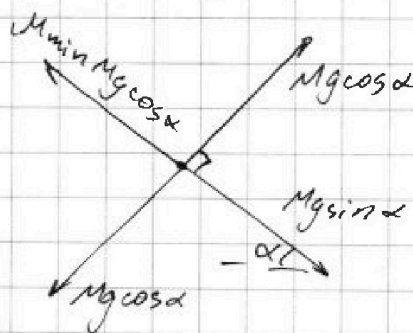
$\omega R = v \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dv}{dt} = \frac{a}{R}$

$\beta = \frac{a}{R}$

$\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma \vec{F} = \vec{F}_{\text{тр}} + M\vec{g} + \vec{N}$



$F_{\text{тр}} = \mu_{\min} N$   
 $N = Mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu_{\min} Mg \cos \alpha$



~~решать т.к. двигаться не~~

~~$Mg \sin \alpha - \mu_{\min} Mg \cos \alpha = \frac{dp}{dt} = \frac{d(Mv)}{dt}$~~   
по Т. о движении центра масс:

$Mg \sin \alpha - \mu_{\min} Mg \cos \alpha = Ma \Rightarrow$



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 5

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!

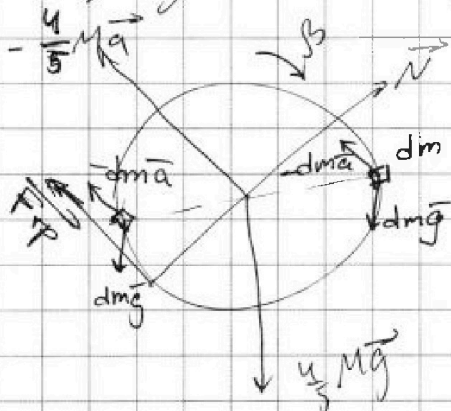
$$g \sin \alpha - \mu_{\min} g \cos \alpha = a$$

$$\mu_{\min} = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{10 \cdot 0,45 - \frac{5 \cdot 10}{6}}{10 \cdot \sqrt{1 - 0,45^2}} =$$

$$= \frac{0,45 - \frac{5}{6}}{\sqrt{0,8}} = \frac{(0,45 - \frac{5}{6}) \cdot 10}{252 \sqrt{10}} = \frac{4,5 - \frac{50}{6}}{252 \cdot \sqrt{10}}$$

$$= \frac{\frac{27}{6} - \frac{50}{6}}{2520} = \frac{27 - 50}{6 \cdot 2520} < 0$$

перейдем в с.о., движ. с а.



и на кажд. т. объема  $dm$ .  
действ.  $dm(\vec{g} - \vec{a})$

$$F_{tr} = \frac{4}{5} M \cdot \beta$$

тут  $\sum$  всех сил 0, т.к.

отн. г.м. шарика в всегда.

$$M_{\beta} - M\vec{a} + M\vec{g} + \vec{N} - \vec{F}_{tr} = \vec{0}$$

$$F_{tr} + Ma = Mg \sin \alpha$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,45$

$$V = 5 \frac{M}{C}$$

$$a = 8,33 \frac{M}{C^2}$$





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.

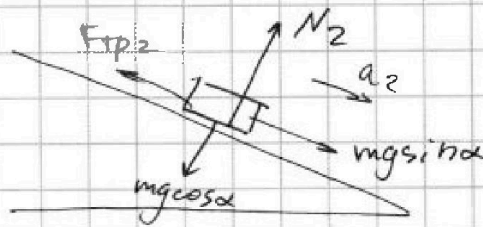
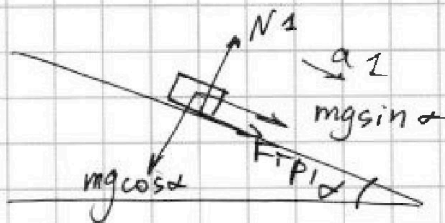
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 5

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. 1-й опыт.

$m$  - масса шайбы



сначала шайба едет  
вверх (1-я сек.)

потом (2/3 сек.)  
шайба едет вниз.

(в гр. случае не м.б.  $v=0$ )

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$N_2 = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр1} = \mu_0 N_1$$

$$F_{тр2} = \mu_0 N_2$$

$$m a_1 = mg \sin \alpha - F_{тр1}$$

$$m a_2 = mg \sin \alpha + F_{тр2}$$

$$\Rightarrow m a_1 = mg \sin \alpha -$$

$$\Rightarrow m a_2 = mg \sin \alpha +$$

$$+ \mu_0 mg \cos \alpha \quad (1)$$

$$- \mu_0 mg \cos \alpha \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$a_1 - a_2 = 2\mu_0 g \cos \alpha$$

$$-a_1 = \frac{a_1 - a_2}{1 - 0} = -6 \frac{m}{c^2} \Rightarrow a_1 = 6 \frac{m}{c^2}$$

$$a_2 = \frac{6 - 0}{3 - 1} = 3 \frac{m}{c^2} \quad (\text{т.е. } a_1 = -\frac{dv}{dt}, a_2 = \frac{dv}{dt})$$

~~$$a = \frac{a_1 + a_2}{2}$$~~

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 + 3}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} = \frac{45}{100} = 0,45$$

$$\mu_0 = \frac{a_1 - a_2}{2g \cos \alpha} = \frac{a_1 - a_2}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{6 - 3}{2 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 - 0,45^2}} =$$

$$= \frac{3}{20 \sqrt{1 - 0,2025}} \approx \frac{3}{20 \sqrt{0,7975}} = \frac{3 \cdot 10}{20 \cdot 2,82510}$$



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 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!

№4

$$(V, p_1, T_1, \nu_r + \nu_a) \xrightarrow[-Q]{V = \text{const}} (V, p_2, T_1 - |\Delta T_1|, \nu_r + \nu_a)$$

$V$  - нач. объём смеси

$p_1$  - нач. давл. смеси,  $p_2$  - давл. после изохор. пр.

$\nu_r$  - кол-во гелия в смеси,  $\nu_a$  - кол-во азота в см.

$T_1$  - нач. темп. смеси.

1. 1 нач. т/д:  $-Q = +A_V + \Delta U_1$  (1)

↑  
подв. к г. тепл.

↑  
работа газа

↑  
изм. внутр. эн. в изохор. пр. (=0)

~~$$Q_1 = \left( \frac{5}{2} \nu_a R (T_1 - |\Delta T_1|) + \frac{3}{2} \nu_r R (T_1 - |\Delta T_1|) \right) - \left( \frac{5}{2} p_1 V + \frac{3}{2} p_1 V \right)$$~~

внутр. эн. газа гелия:  $\frac{3}{2} \nu_r R T = \frac{3}{2} p_r V$  - его объём.

$\left( \frac{2\sqrt{2}\sqrt{10}}{10} \right)^2 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10}{100} = 0,8$  ← давл. гелия.

~~$$\Delta U_1 = \frac{5}{2} (p_2 - p_1) V + \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V = 4 (p_2 - p_1) V$$~~

ур. сост. газа гелия:  $p_1 V = \nu_r R T_1$  (2)

$\nu_{0,8}$   $p_2 V = 4 R (T_1 - |\Delta T_1|)$  (3)

ур. сост. газа аз.:  $p_1 V = \nu_a R T_1$

$p_2 V = \nu_a R (T_1 - |\Delta T_1|)$

(1)  $\Rightarrow -Q = \Delta U_1$

$p_2$  (2), (3)  $\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_1 - |\Delta T_1| + 1,80}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{T_1 - |\Delta T_1|}{T_1} p_1$

$$\Rightarrow \Delta U_1 = 4 \left( \frac{T_1 - |\Delta T_1|}{T_1} - 1 \right) p_1 V = 4 \left( 1 - \frac{|\Delta T_1|}{T_1} - 1 \right) p_1 V$$

$$= -4 \frac{|\Delta T_1|}{T_1} p_1 V \Rightarrow Q = 4 \frac{|\Delta T_1|}{T_1} p_1 V$$



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 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!

$$(V, p_1, T_1, \nu_r + \nu_a) \xrightarrow{p_1 = \text{const} - Q} (V_2, p_{02}, T_1 - |\Delta T_2|, \nu_r + \nu_a)$$

1 ное. + 1/9:  $-Q = -A + \Delta U_2$  (4)  
работа газа  $\leftarrow$   $\leftarrow$  изм. внутр. э. в газе

$$\begin{aligned} \Delta U_2 &= \left( \frac{5}{2} \nu_a R (T_1 - |\Delta T_2|) + \frac{3}{2} \nu_r R (T_1 - |\Delta T_2|) \right) - \\ &- \left( \frac{5}{2} \nu_a R T_1 + \frac{3}{2} \nu_r R T_1 \right) = \\ &= -\frac{5}{2} \nu_a R |\Delta T_2| - \frac{3}{2} \nu_r R |\Delta T_2| = \\ &= \left( -\frac{5}{2} \nu_a R - \frac{3}{2} \nu_r R \right) |\Delta T_2| \quad (3) \end{aligned}$$

$$(2), (3) \Rightarrow \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|}$$

$$\begin{aligned} (4) \Rightarrow A &= \Delta U_2 + Q = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \Delta U_1 + Q = \\ &= -\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} Q + Q = Q \left( 1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) = \\ &= 2320 \cdot \left( 1 - \frac{40}{58} \right) = 720 \text{ Дж} \end{aligned}$$

$$2. C_p = \frac{-Q}{-|\Delta T_2|} = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320}{40} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$3. \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_r N_A}{\nu_a N_A} = \frac{\nu_r}{\nu_a} \quad , \quad \text{азот} - 2 \text{ ат.}, \quad \text{гелий} - 1 \text{ ат.}$$

$$(2) \Rightarrow \frac{\Delta U_1}{|\Delta T_1| R} = \frac{5}{2} \nu_a + \frac{3}{2} \nu_r \quad (5)$$

~~пусть  $\nu_a = 1$   $\nu_r = 2$~~

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



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!

$$c_v = \frac{-Q}{-\Delta T_1} = \frac{-2320}{-58} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ур-ие Майера:  $c_{mp} = c_{mv} + R$   
↑  
теплоёмк-ти  
мол. ~~части~~

$$\Rightarrow c_p = c_v + (v_r + v_a) R \quad (6)$$

$$(5), (6) \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{5}{2} v_a + \frac{3}{2} \left( \frac{c_p - c_v}{R} - v_a \right) \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{3}{2} \frac{c_p - c_v}{R} = v_a$$

$$(5), (6) \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{5}{2} \left( \frac{c_p - c_v}{R} - v_r \right) + \frac{3}{2} v_r \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{5}{2} \frac{c_p - c_v}{R} = -v_r$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{v_r}{v_a} = \frac{-\frac{Q}{\Delta T_1 R} + \frac{5}{2} \frac{c_p - c_v}{R}}{\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{3}{2} \frac{c_p - c_v}{R}}$$

$$= \frac{-\frac{2320}{58} + \frac{5}{2} (58 - 40)}{\frac{2320}{58} - \frac{3}{2} (58 - 40)} = \frac{-40 + \frac{5}{2} \cdot 18}{40 - \frac{3}{2} \cdot 18} =$$

$$= \frac{-40 + 45}{40 - 27} = \frac{5}{13} = \frac{5}{13}$$

Ответ:  $A = 720 \text{ Дж}$ ,

$$c_p = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}$$



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  
2 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!

$$\Rightarrow -Q = \Delta U_1$$

$$\Delta U_1 = \left( \frac{5}{2} \nu_a R (T_1 - \beta T_1) + \frac{3}{2} \nu_r R (T_1 - \beta T_1) \right) -$$

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

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

ур. сост.:  $p_1 V = (\nu_r + \nu_a) R T_1$

$$p_2 V = (\nu_a + \nu_r) R (T_1 - \beta T_1)$$

$$1 - \frac{40}{58} = \frac{58 - 40}{58} = \frac{18}{58} = \frac{9}{29}$$

$$\frac{2320 \cdot 9}{29} = 80 \cdot 9 = 720$$

$$\begin{array}{r} 2320 \overline{) 58} \\ \underline{-2320} \phantom{0} \\ 3 \phantom{0} \\ \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \phantom{0} \overline{) 58} \\ \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 18} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \phantom{0} \overline{) 58} \\ \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 18} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 40} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \overline{) 12} \\ \underline{-4} \phantom{0} \\ 1 \phantom{0} \\ \phantom{0} \overline{) 29} \\ \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \\ \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \overline{) 80} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ \underline{-27} \\ 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2320 \overline{) 4} \\ \underline{-20} \phantom{0} \\ 32 \end{array}$$

ур. сост. для изобар.:  $p_1 V = (\nu_r + \nu_a) R T_1$

$$p_1 V_2 = (\nu_r + \nu_a) R (T_1 - \beta T_1)$$

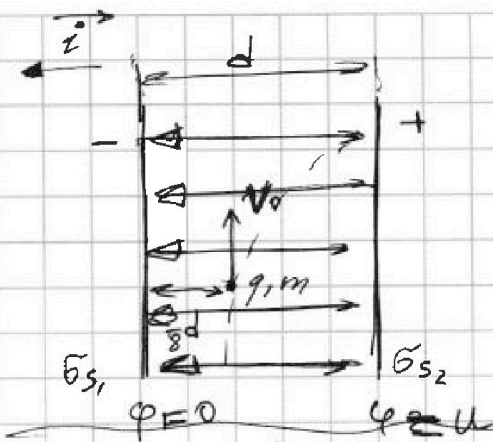


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!

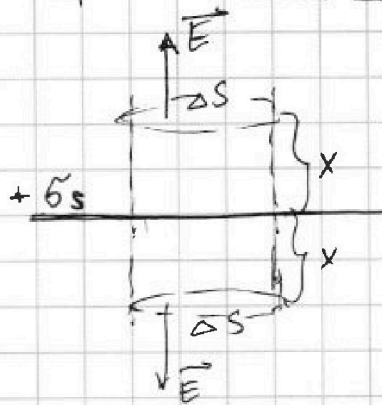


N 5

пусть  $\vec{E}$  - напр-ть поля  
м/у обкладками  
 $\vec{F}$  - сила, г. на заряд

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$q = \frac{F}{E} = qEd = \Delta U$$



Найдём  $E(x)$  - напр-ть  
поля создаваемое ~~второго~~  
равномер. зар. пластинкой  
( $+\sigma_s$  д.о.о.) на  $x$  от нее

$$\Phi = \frac{\Delta S \sigma_s}{\epsilon_0} - \text{Т. Гаусса.}$$

т.к. симм. отн. пл., то  $\vec{E}$  пластинке, от нее ( $+\sigma_s, > 0$ )

$$\Phi = 2E\Delta S.$$

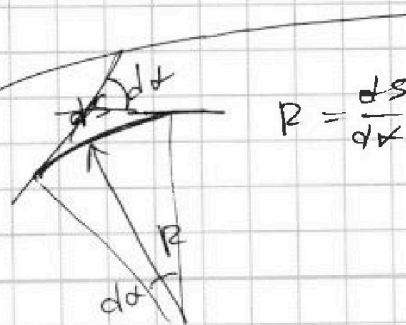
$$\Rightarrow \frac{\Delta S \sigma_s}{\epsilon_0} = \frac{2E\Delta S}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma_s}{2\epsilon_0}$$

$$\text{Итак, } \forall \Delta S \left( \left( \frac{\sigma_{s2}}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_{s1}}{2\epsilon_0} \right) \Delta S = U \right)$$

Напр-ть в любой точке м/у пластинками одинак.

$$U \text{ равна } \left( \frac{\sigma_{s2}}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_{s1}}{2\epsilon_0} \right) d$$

$$q = \frac{q}{m} \cdot \vec{F} = m\vec{a}$$



$$R = \frac{ds}{dx}$$



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.

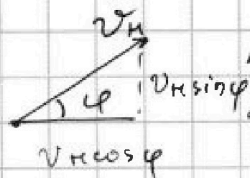
1  2  3  4  5  6  7

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!

N 2



найдем  $L$  - дальность полёта тела, брош. с  $v_0$  под  $\varphi$  к гор. (плоскость гориз.)  
 $L$  - бр. полёта

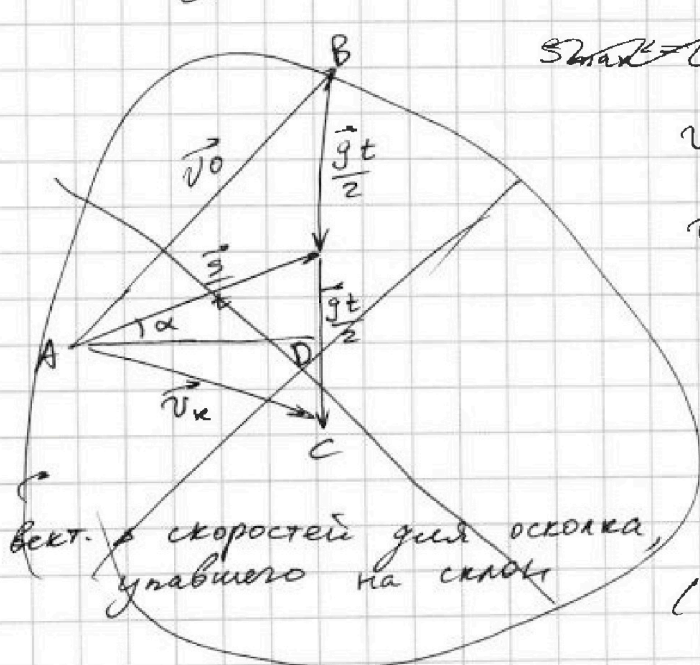
$$L = v_0 \cos \varphi \tau \quad / \quad \frac{L}{2 v_0 \sin \varphi} = \frac{v_0 \cos \varphi}{g} \Rightarrow$$

$$L = \frac{2 v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$L_{\max} \text{ при } \alpha = 45^\circ, \quad L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\Rightarrow \text{Для усл. задачи: } \frac{v_0^2}{g} = v_0 \cos 45^\circ T \Rightarrow$$

$$v_0 = g \cos 45^\circ T = 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 5 = 25\sqrt{2} \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$



$$S_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

$v_0$  - ск. при броске

$v_k$  - когда упало на склон при пролёте  $S$ .

$S$  - макс расст.  $\Rightarrow$  точка падения  $E$

параболе безопасн. (гр. макс. удаления)

Геометрически это озн., что окр. рад.

$\frac{v_0^2}{2g}, \frac{v_k^2}{2g}$  с центр. соотв. в т. брос. и падения кас. и кас. уровня полн. мех. энергии ( $K_{\max}$ )

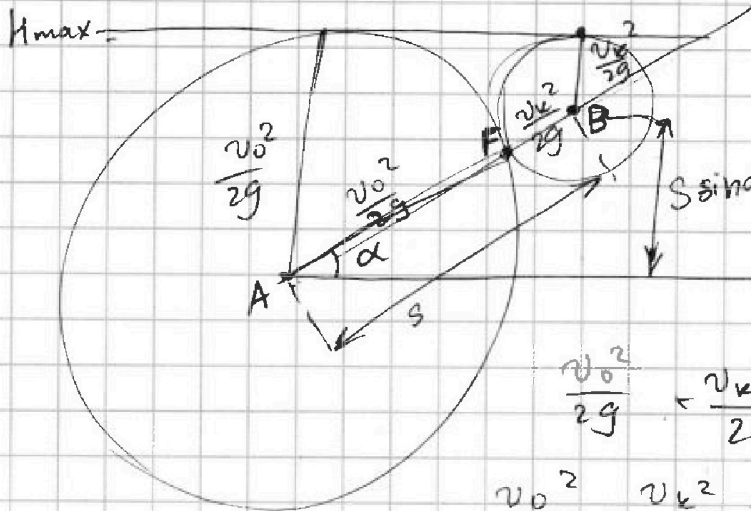


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



A - т. броска  
B - т. падения  
F - т. кас. окр.

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_k^2}{2g} = S \quad (1)$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_k^2}{2g} = S \sin \alpha \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow v_k^2 = 2gS - v_0^2 = 2 \cdot 10 \cdot 100 - (25\sqrt{2})^2 =$$

$$= 2000 - 625 \cdot 2 = 750 \left(\frac{24}{c}\right)^2$$

$$(2) \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2gS} = \frac{625 \cdot 2 - 750}{2 \cdot 10 \cdot 100} = \frac{500}{2 \cdot 10 \cdot 100} =$$

$$= \frac{5}{20} = 0,25$$

$$\alpha = \arcsin(0,25)$$

Ответ:  $v_0 = 25\sqrt{2} \frac{m}{c}$ ;  $\alpha = \arcsin(0,25)$

$$\begin{array}{r} 125 \\ - 75 \\ \hline 50 \\ \times 625 \\ \hline 1250 \end{array}$$