



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 по сле вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

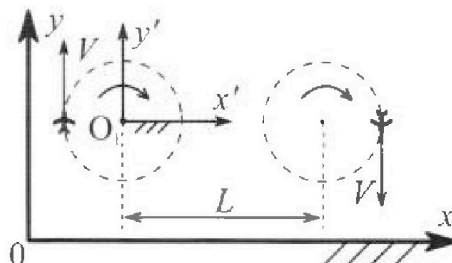
## Вариант 10-04

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>.

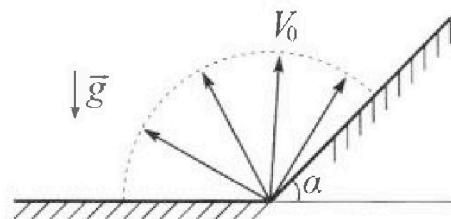
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



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.



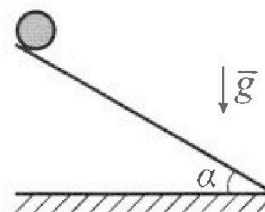
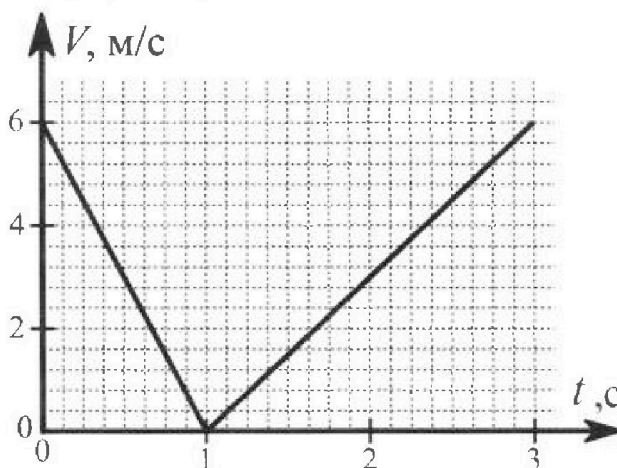
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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?





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!

Дано:

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

$$L = 1,25 \text{ м}$$

Найти:

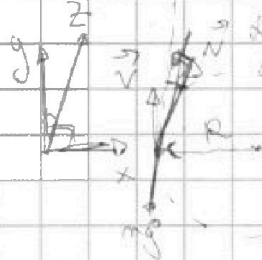
$$\frac{N}{mg} = ?$$

$$\frac{v}{u} = ?$$

$$u = ?$$

Решение:

1) Рассмотрим летчика и кресло:



Сила тяжести  $mg$  направлена вертикально вниз на  $Oz$  (вертикальная ось):

$$N \cos \alpha = mg \Rightarrow \cos \alpha = \frac{mg}{N}$$

$Ox$ : (а<sub>y</sub> - центростремительное ускорение)

$$N \sin \alpha = m a_y$$

$$N \sin \alpha = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{m v^2}{N R} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{m v^2}{N R}\right)^2}$$

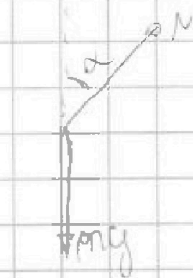
$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m v^2}{N R} \cdot \frac{N}{mg} = \frac{v^2}{g R}$$

Вспомогательное основное тригонометрическое:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad | : \cos^2 \alpha$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{\tan^2 \alpha + 1}}$$

При этом рассмотрим векторы  $N$  и  $mg$ :



$$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{\tan^2 \alpha + 1}$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{v^2}{g R} + 1} = \sqrt{\left(\frac{10000}{500}\right)^2 + 1} =$$

$$= \sqrt{5}$$

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



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  
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) Перейдём во вращающуюся СО, связанную с землёй. Пусть ось системы пересекается с углом  $\alpha$  и скоростью  $\omega$ .



$\omega = \frac{v}{R}$ . Из закона сохранения энергии:  $|\vec{u}| = |\omega(L+R) - v|$ , а  $\vec{u}$  направлен по  $Ox'$ , учитывая, что  $\omega(L+R) > v$ , то направлен по  $Ox'$ .

Итак,  $u = \frac{v}{R}(L+R) - v =$

$$= v \left( \frac{L+R}{R} - 1 \right) = v \cdot \frac{L}{R}$$

$$u = 2,5v = 250 \text{ м/с}$$

Ответ:  $\frac{v}{R} = \sqrt{5}$ ;  $\vec{u}$  направлен по  $Ox'$ .

$$|\vec{u}| = 250 \text{ м/с} = v \cdot \frac{L}{R}$$

расстояние от O до центра шара  $L+R$



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.

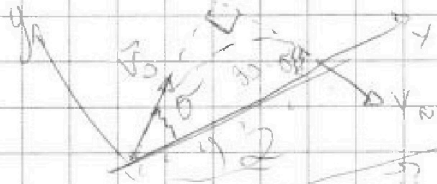
1  2  3  4  5  6  7

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) Аналогично, переименование максимума при падении на высоте  $m = 10 \Rightarrow S = \frac{gt^2}{2}$

Рассмотрим бросок:  $g_y = g \cos^2 \alpha$



$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \rightarrow S = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g \cos^2 \alpha}$$

$v_k \perp v_0$ , из геометрии  
 $v_{ky} = v_{0y}$ , так

тогда  $v_{kx} = V_0 \sin \alpha \cos \alpha$

барьеры  $S$ , так

$$S = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha - V_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}{2g \sin \alpha} = \frac{V_0^2 (1 - \sin^2 \alpha) \cos^2 \alpha}{2g \sin \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2 \cos^4 \alpha}{2g \sin \alpha} \rightarrow \frac{V_0^2 \cos^4 \alpha}{2g \sin \alpha} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g \cos^2 \alpha}$$

$$\cos^4 \alpha \cos^2 \alpha = 4 \sin^2 \alpha \sin \alpha$$

либо

$$S = \frac{v_{kx} - v_{0x}}{2} t = \frac{V_0 \cos \alpha (1 - \sin \alpha)}{2} \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2 \sin \alpha (1 - \sin \alpha)}{g} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{2V_0^2 \cos^4 \alpha (1 - \sin \alpha)^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \cos^2 \alpha (1 - \sin \alpha)^2$$

$$\cos^2 \alpha - 2 \cos^2 \alpha \sin \alpha + \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha = \frac{2V_0^2}{g}$$

математическое уравнение

Ответ:  $V_0 = \frac{50}{\sqrt{2}} \text{ м/с}$

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.



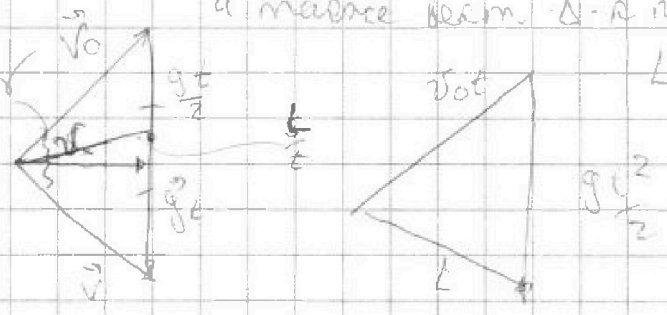
1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  
 $T = 5c$   
 $S = 100m$   
Найти:  
 $V_0 = ?$   
 $\alpha = ?$

Решение:  
Рассмотрим векторный треугольник скорости  
а также вект.  $\Delta$  - перемещений  
 $L$  - перемещение



Заметим, что верхняя катета  $\Delta$  - скорость по горизонтали  $v_x$  перемещений с  $L$  по высоте  $L$ .

Заметим также, что горизонтальная составляющая скорости  $v_x$  равна  $L/t$ .

$$\frac{V_0 \sin \alpha}{t} = \frac{g t}{2} \cdot \frac{L}{L} \quad v_x - \text{горизонтальная скорость}$$

$v_x \cdot t = \text{проекция } L \text{ на горизонталь} = L_x$

$$L_x = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot t}{2} \Rightarrow L_x = L \cos \alpha, \text{ если } \alpha = 90^\circ$$

соответственно брава отрицательная,  $\cos 90^\circ = 0$ .

или  $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_0$

Заметим, что  $L/t$  - горизонтальная составляющая скорости

тогда она равна высоте треугольника

$$\frac{L}{t} = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow L = \frac{g t^2}{2} \quad \text{угол наклона равен тангенсу браве } \alpha = \frac{25}{2} = 45^\circ$$

В первом случае на горизонтальной поверхности, при нулевой скорости по углам  $45^\circ$  из координат. приведем их

$$V_0 \cos 45^\circ = \frac{g T^2}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{g T}{\sqrt{2}}$$

$L$  при вертикальном браве



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 3

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!

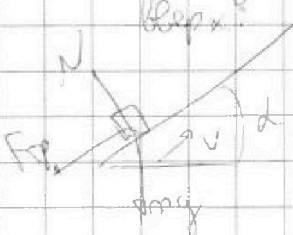
Дано:

$n = 4$   
 $h = 1,5 \text{ м}$

Найти:  
 $\sin \alpha = ?$   
 $v = ?$   
 $a = ?$   
 $\mu = ?$

Решение:

1) Рассмотрим массу, движущуюся вверх по склону (массой  $m$ )



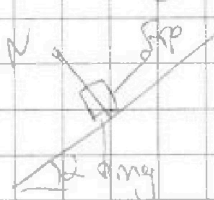
$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{sp} = \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = \frac{mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha}{m}$$

$$= g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Вниз:



$$a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m}$$

$$= g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$$

Сформируем уравнение, если известен коэффициент трения -

$\frac{v}{t} = a$ , так как  $\frac{a_1}{a_2} = 2$  и  $t_1 = 2$

$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 2 \sin \alpha - 2 \mu \cos \alpha$$

$$3 \mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

также из условия,

$a_1 \cdot t_1 = 6 \text{ м/с}$   
 $a_1 = 3 \text{ м/с}^2$

$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,8$$

$$\mu \cos \alpha = 0,8 - \sin \alpha$$

$$1,8 = 3 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,6$$

$$4 \sin \alpha = 1,8$$

$$\sin \alpha = 0,45$$

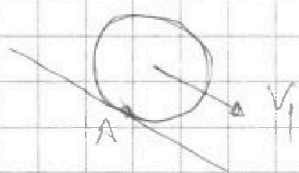


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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) Воду считаем идеальной жидкостью  $\Rightarrow$  трение с дном нет  $\Rightarrow$  идеальное движение  
Рассмотрим точку в произвольной плоскости.



$$v_A = 0$$

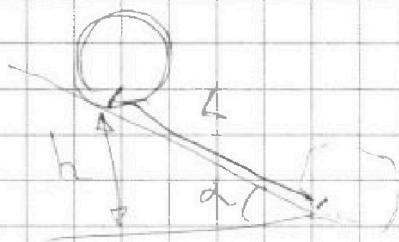
по теореме Кенелла

$$E_A = E_{\text{ц.д.}} + E_{\text{вращ.}}$$

$$E_A = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{1}{2} Mv_1^2 + \frac{Mv_1^2}{2} \quad (\text{в с.о. центра вращ. его точки движется со скор-ю } v_1)$$

$$E_A = Mv_1^2 \left(1 + \frac{n}{2}\right)$$

Запишем ЗСЭ от (1) до (2)



$$(n+1) Mgh = Mv^2 \left(1 + \frac{n}{2}\right)$$

$$v = \sqrt{2 \cdot \frac{n+1}{n+2} \cdot gh}$$

$$v = \sqrt{\frac{5}{3} gh} = \sqrt{\frac{5}{3} \cdot 10 \cdot \frac{15}{10}} = 5 \text{ м/с}$$

$$v = 5 \text{ м/с}$$

3)  $L = \frac{h}{\sin \alpha}$

$$L = \frac{v^2}{2a}$$

в равноускоренном движении, кес

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

$$a = \frac{25}{3} \cdot \frac{3}{20} = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2 = 3,75 \text{ м/с}^2$$

$$a = 3,75 \text{ м/с}^2$$



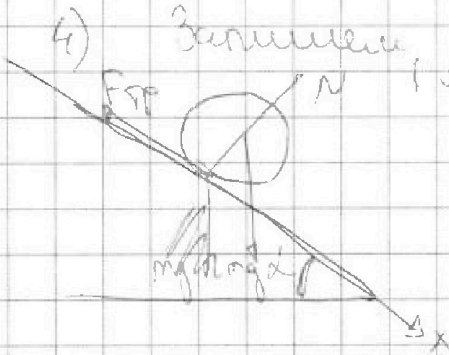


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

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!



$$ma = mg \sin \alpha - \mu_{\min} mg \cos \alpha$$

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

$$\cos \alpha \approx 0,84$$

$$\mu_{\min} = \frac{10 \cdot 0,45 - 3,25}{0,84}$$

$$= \frac{0,75}{0,84}$$
$$\mu \geq \frac{75}{84}$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,45$

$$v = 5 \text{ м/с}$$

$$a = 3,25 \text{ м/с}^2$$

$$\mu \geq \frac{75}{84}$$



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

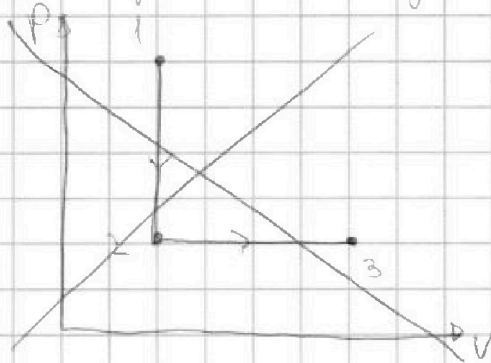
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

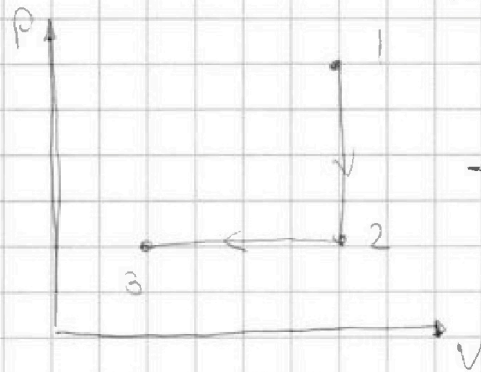
Дано:  
 $Q = 2320 \text{ Дж}$   
 $|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$   
 $|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$   
 Найти:  
 $A = ?$   
 $C_p = ?$   
 $N_1 = ?$   
 $N_2 = ?$

Решение:

1) Нарисуем  $P(V)$  диаграмму процессов



процесс 1-2 - изохор.  
охлажд.  
процесс 2-3 - изобар.  
охлажд.



I нач. термодинам. гуд процесса 1-2:

$$-Q = \Delta U_{N_1} + \Delta U_{N_2}$$

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

$$Q = R |\Delta T_1| \left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right)$$

I нач. термодинам. гуд процесса 2-3:

$$-Q = \Delta U_{N_1} + \Delta U_{N_2} + A_2$$

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

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

$$\Rightarrow A = \frac{Q}{1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} \quad A = 220 \text{ Дж}$$

2) ~~ср~~

по определению  $C_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|}$

$$C_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$



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!

Также, моль смеси в изобарном процессе будет складываться из мольных долей смеси и азота:

$$C_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R \cdot \nu$$

$$C_p = \left(\frac{5}{2} \nu_1 + \frac{7}{2} \nu_2\right) \cdot R \quad | : \nu_2, \text{ пусть } \frac{\nu_1}{\nu_2} = \alpha$$

$$\left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2}\right) R = \frac{C_p}{\nu_2} \Rightarrow \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2}\right) = \frac{C_p}{\nu_2 R} \quad (1)$$

также запишем уравнение:  $\left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2\right) R |\Delta T_1| = Q / \nu_2$

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

Разделим эти два уравнения друг на друга:

(1) : (2)

$$\frac{\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2}}{\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2}} = \frac{C_p}{Q} \cdot |\Delta T_1| = \gamma = 1,45$$

$$5\alpha + 7 = 3\alpha\gamma + 5\gamma$$

$$2(3\gamma - 5) = 7 - 5\gamma$$

$$\alpha = \frac{7 - 5\gamma}{3\gamma - 5} = \frac{0,25 \cdot 5}{0,65} = 1,92$$

$$\alpha = \frac{7|\Delta T_2| - 5|\Delta T_1|}{3|\Delta T_1| - 5|\Delta T_2|}$$

$$\alpha = \frac{\nu_1 \cdot N_1}{\nu_2 \cdot N_2} = \frac{N_1}{N_2} = 1,92$$

Ответ:  $N = 720 \text{ Дж}$ ;  $C_p = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$\frac{N_1}{N_2} = 1,92 = \frac{7|\Delta T_2| - 5|\Delta T_1|}{3|\Delta T_1| - 5|\Delta T_2|}$$



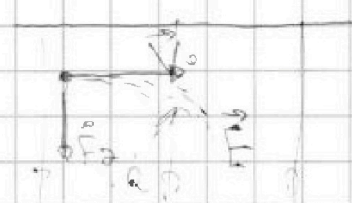
1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  
 $U; d; \frac{3}{8}d$   
 $R; V_0$   
Найти:  
 $\gamma = \frac{q}{m}?$   
 $v = ?$

Решение:  
1) Можно считать, что внутри конденсатора электрическое поле направлено, как от двух бесконечных заряженных пластинок



$$E = \frac{U}{d}$$

сила со стор.

$F_E \perp V_0$  т.к. частица летит ~~параллельно~~ параллельно обкладкам

$F_E = Eq$ . Тогда  $\vec{a}$  - ускорение частицы, оно же  $a_y$  - ускорение  $y$  ос,  $\vec{a} \perp \vec{V}$ .

$$a = \frac{F_E}{m} = \frac{Eq}{m} = E\gamma = \frac{U}{d}\gamma$$

$$a_y = a = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow \frac{V_0^2}{R} = \frac{U}{d}\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{V_0^2 \cdot d}{RU}$$

2) Когда частица пересекает середину пластин конденсатора, её потенциальная энергия стабилизируется равной нулю, т.к. серед. пл. - то эквипотенциальная поверхность  $\phi = \psi = 0$

На расстоянии  $\frac{3}{8}d$  от отриц. зер. обкладки её потенциал -  $q \cdot (-\frac{3}{16}U)$ , т.к. потенциал падает равномерно от пластин обкладки к отрицательной. Запишем ЭЭЗ от нач. момента до пересечения серединной пластинки конденсатора



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!

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{3}{8}qU = \frac{mV^2}{2} + 0 \quad | : \frac{m}{2}$$

$$V_0^2 - \frac{3}{8}qU = V^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{3}{8}qU} = \sqrt{V_0^2 + \frac{3}{8} \cdot V_0^2 \frac{d}{R} U} =$$

$$= V_0 \sqrt{1 + \frac{3}{8} \frac{d}{R}}$$

Вкач. поле, т.к. раз-  
ности отталкиваются от  
отриц. заряд. пластинки,

$$\text{но } q < 0 \Rightarrow \gamma < 0$$

$$\text{Объем: } \gamma = V_0^2 \frac{d}{R U} ; V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3}{8} \frac{d}{R}}$$



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

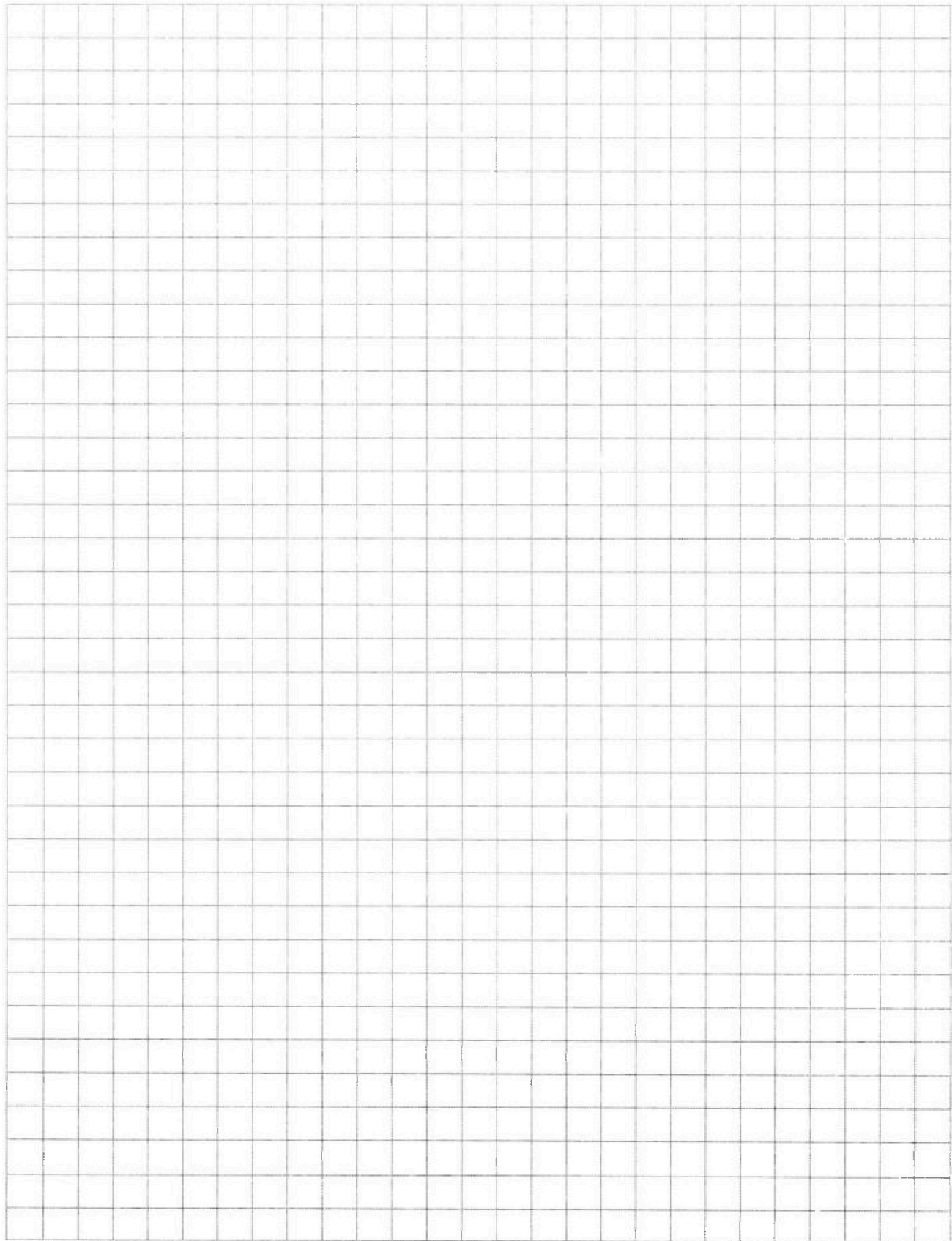
5

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!





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!

Handwritten mathematical work on grid paper:

$$\begin{array}{r} 21 \\ 2320 \cdot \\ \times 5 \\ \hline 11600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 6 \\ \hline 174 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$\frac{40}{58} = \frac{20}{29}$$

$$\begin{array}{r} 2320 \cdot 140 \\ - 20 \cdot 158 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ \times 58 \\ \hline 2820 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 58 \\ \hline 348 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 290 \\ \times 2320 \\ \hline 67280 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 290 \\ \times 1,45 \\ \hline 420,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 225 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 225 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 225 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 225 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\frac{1000}{22500} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{2}{4} - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{2 - 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000}{3 - \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 1 - 5} = \frac{2 - 2500}{3 - 500 - 5} = \frac{-2498}{-497} = 5$$

$$\frac{2 - 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000}{3 - \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 1 - 5} = \frac{2 - 2500}{3 - 500 - 5} = \frac{-2498}{-497} = 5$$



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  
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!

$$S = g \frac{4V_0^2 \sin^2 \theta}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{4V_0^2 \sin^2 \theta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{(V_0 \cos \theta)^2 (1 - \sin^2 \alpha)}{2g \cos \alpha}$$

формула вычисления  $S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$   
умень темо кочиние скоросте  
перпендикулярно, вертикали

$$\cos^2 \theta \cos^4 \alpha = g \sin^2 \theta$$

$$\tan^2 \theta = \frac{\cos^4 \alpha}{g}$$

$$\frac{\sin^2 \theta}{1 - \sin^2 \theta} = \frac{\cos^4 \alpha}{g}$$

$$g \sin^2 \theta = \cos^4 \alpha - \cos^4 \alpha \sin^2 \theta$$

$$\sin^2 \theta (g + \cos^4 \alpha) = \cos^4 \alpha$$

$$\sin^2 \theta = \frac{\cos^4 \alpha}{g + \cos^4 \alpha}$$

$$S = \frac{4V_0^2 \cos^4 \alpha}{g \cos^2 \alpha (g + \cos^4 \alpha)}$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{g + \cos^4 \alpha} = \frac{gS}{4V_0^2}, \cos^2 \alpha = t$$

$$t^2 - \frac{gS}{4V_0^2} t + \frac{2gS}{V_0^2} = 0$$

$$t = \frac{1 \pm \sqrt{1 - \frac{2(gS)^2}{V_0^4}}}{2}$$





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.

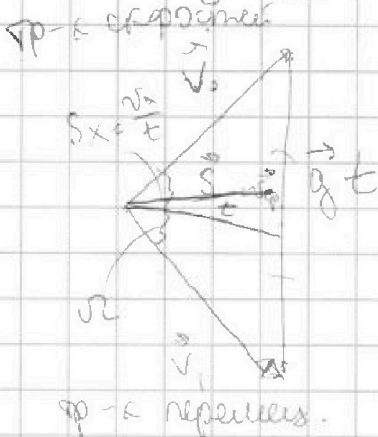
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

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!

Известно, что  $S$  - максимальная перемещение рассмотрим, что это означает.

возведем тригонометрических скоростей



возведем  $z$  к горизонт. ось и посчитаем площадь треугольника разными способами:

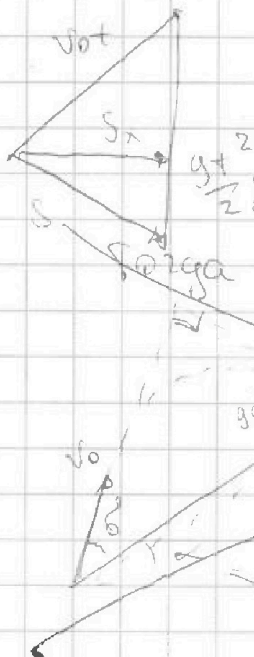
$$S_{\Delta} = \frac{v_0 v_1 \sin \alpha}{2} = \frac{g t \cdot v_x}{2}$$

$$v_x \cdot t = \int_x, \text{ проекция перемещ. на } O_x.$$

$$v_0 v_1 \sin \alpha = g t \rightarrow \int = \int_{\max}, \text{ когда } \alpha = 90^\circ$$

т.е. оптимальный

$z$  более упрощается, если  $\vec{v}_{\text{кар}} \perp \vec{v}_{\text{кар}}$



тогда рассмотрим другой путь

тогда  $v_{kx} = v_0 \cos \alpha \sin \alpha$

заменим вычисления  $v_{p-t}$  за  $v_{p-t}$  найма:

$$g_x t(\alpha) = v_0 \cos \alpha (1 - \sin \alpha)$$

$$v_0 \cos \alpha (1 - \sin \alpha) \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$\rightarrow g t = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Заметим, что  $v$  тригонометрических скоростей и  $v_{\text{кар}}$  перемещений  $v_{\text{кар}}$ . Применим  $\frac{S}{z}$  - идею и если  $\alpha$  оптимальный и  $v_{p-x}$  применим,

$$\forall \alpha \quad \frac{S}{z} = \frac{g t^2}{2} \rightarrow S = \frac{g t^2}{2}$$

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

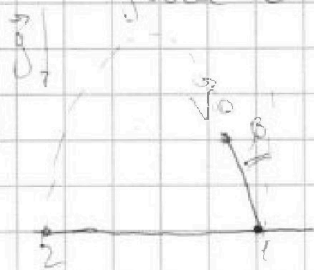
СТРАНИЦА  
из

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!

Дано:  
 $T = 5 \text{ с}$   
 $S = 100 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 Найти:  
 $V_0 = ?$   
 $\alpha = ?$

Решение:

1) Рассмотрим осколок, упрямый на горизонт. поверхность и найдем  $t(\beta)$  - время падения, в зависимости от угла с вертикалью



изменение скорости за время:

$$\Delta V_{12} = V_0 \cos \beta - (-V_0 \cos \beta)$$

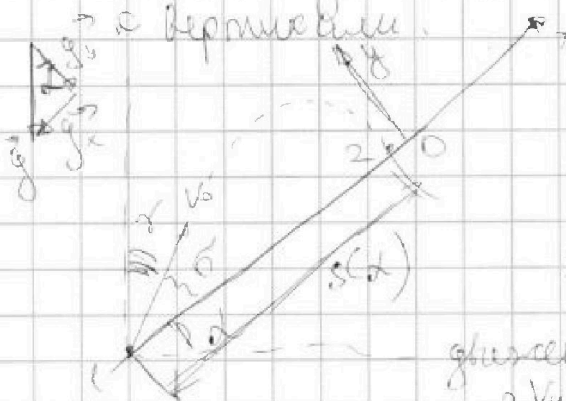
$$= 2V_0 \cos \beta$$

$$t(\beta) = \frac{\Delta V_{12}}{g} = \frac{2V_0 \cos \beta}{g}$$

Видно, что  $t(\alpha) = T$ , тогда  $\cos \beta = 1$ , тогда:

$$T = \frac{2V_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{Tg}{2} = 25 \text{ м/с}$$

2) Рассмотрим камень, направленный на вертикальную поверхность при броске под углом  $\alpha$  к вертикали.



возьмем систему координат, где  $Oy \perp$  поверхности, а  $Ox$  направлена по нв-ти. Проекция  $g$  на  $Oy$ :  $g_y = g \cos \alpha$

на  $Ox$ :  $g_x = g \sin \alpha$

движение 1-2 по  $Oy$  ( $t(\alpha)$  - время падения)

$$\alpha = 90^\circ - \gamma - \beta \quad t(\alpha) = \frac{2V_y}{g_y} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

1-2 по  $Ox$ :

$$S = 2 V_0 \cos \alpha \cdot t(\alpha) \cdot \frac{g_x}{2} =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \cdot \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (2 \cos \alpha \sin \alpha - \sin^2 \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha})$$