



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

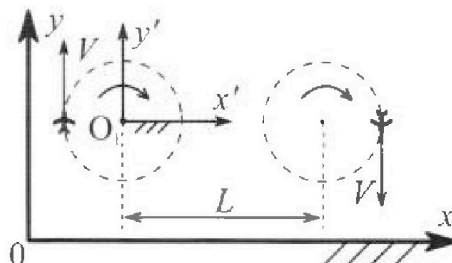
Вариант 10-04

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/с².

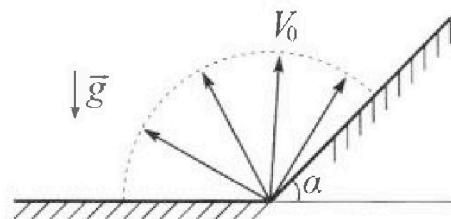
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



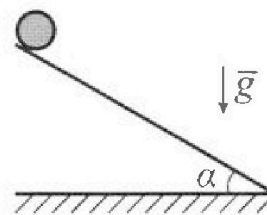
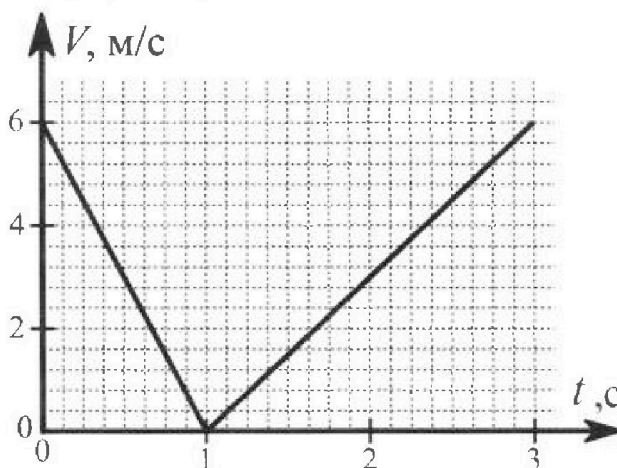
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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

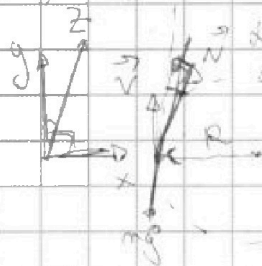
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Решение:

1) Рассмотрим летчика и кресло:



Сила тяжести mg направлена вертикально вниз. Сила натяжения N направлена по направлению к центру поворота. Сила $\frac{mv^2}{R}$ направлена по направлению к центру поворота.

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

Ох: (а_y - центростремительное ускорение)

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

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

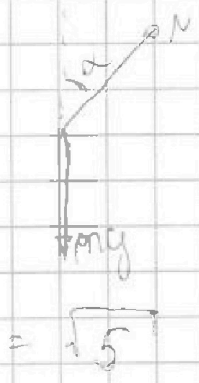
$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mv^2}{NR} \cdot \frac{N}{mg} = \frac{v^2}{gR}$$

Вспомогательное основное тригонометрическое тождество:

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

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

При этом рассмотрим векторы N и mg :



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

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{v^2}{gR} + 1} = \sqrt{\left(\frac{10000}{5000}\right)^2 + 1} =$$

$$= \sqrt{5}$$

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



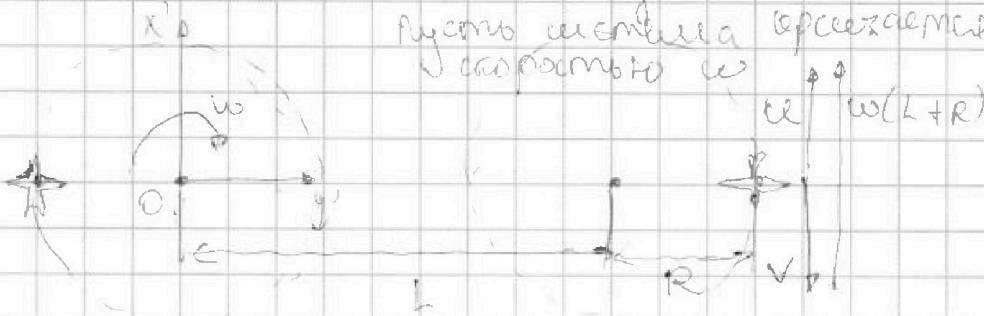
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Угловая скорость ω и частота ν не зависят от системы отсчёта.



$\omega = \frac{v}{R}$. Из закона сохранения энергии: $|\vec{u}| = |\omega(L+R) - v|$, а \vec{u} направлен по Ox' , угловая скорость, как $\omega(L+R) > v$, 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: $\frac{v}{R} = \frac{1}{2} \text{ с}^{-1}$; \vec{u} направлен по Ox' .

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

расстояние от O до правого конца $- L+R$



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



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

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

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

барьеры S , так

$$S = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}{2 g \sin \alpha} = \frac{v_0^2 (1 - \sin^2 \alpha) \cos^2 \alpha}{2 g \sin \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2 \cos^4 \alpha}{2 g \sin \alpha} \rightarrow \frac{v_0^2 \cos^4 \alpha}{2 g \sin \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

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

либо

$$S = \frac{v_{kx} - v_{0x}}{2} t = \frac{v_0 \cos \alpha (1 - \sin \alpha)}{2} \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

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

$$S = \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha (1 - \sin \alpha)^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha = \cos^2 \alpha (1 - \sin \alpha)^2$$

$$\cos^2 \alpha - 2 \cos^2 \alpha \sin \alpha + \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha = \frac{2 v_0^2}{g}$$

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

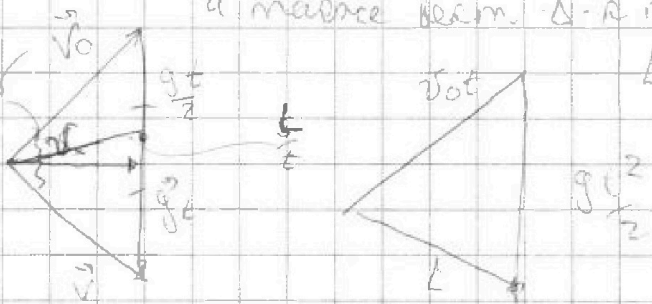
СТРАНИЦА
1 из 2

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. Δ - перемещений
 L - перемещение



Заметим, что верхняя сторона Δ - скорость паруса mp - vy перемещений с mp mp mp

Заметим, что mp - vy перемещений mp mp mp

$$\frac{V_0 V \sin \alpha}{L} = \frac{g t \cdot V_x}{L} \quad V_x - \text{горизонтальная}$$

$V_x L$ - проекция L на горизонталь = L_x

$$L_x = \frac{V_0 V \sin \alpha}{g} \Rightarrow L_x = L \sin \alpha, \text{ если } \alpha = 90^\circ$$

соответственно брава отрицательная, mp mp mp

если $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_0$

Заметим, что $\frac{L}{t}$ - скорость mp mp mp

тогда она равна скорости mp mp mp

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

В первом случае на горизонтальной mp mp mp

Заметим, что 45° из mp mp mp

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

L при mp mp mp



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!

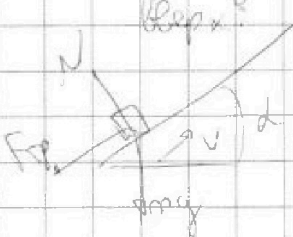
Дано:

$n = 4$
 $h = 1,5 \text{ м}$

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

Решение:

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



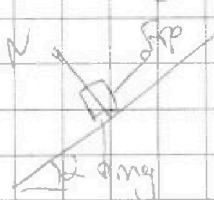
$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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 -

$$-\frac{v}{t} = a, \text{ так как } \frac{a_1}{a_2} \text{ из } \mu = 2$$

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

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

также из условия,

$$a_1 \cdot t = 6 \text{ м/с}$$

$$a_1 = 6 \text{ м/с}^2$$

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

$$\mu \cos \alpha = 0,6 - \sin \alpha$$

$$1,8 = 3 \sin \alpha = \sin \alpha$$

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

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

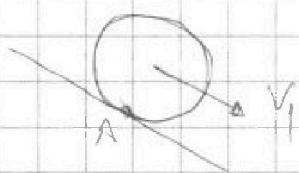


1 2 3 4 5 6 7

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.



$$v_A = 0$$

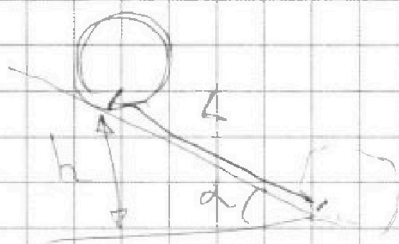
по теореме Кенелла

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

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

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

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

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

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

$$a = 3,75 \text{ м/с}^2$$

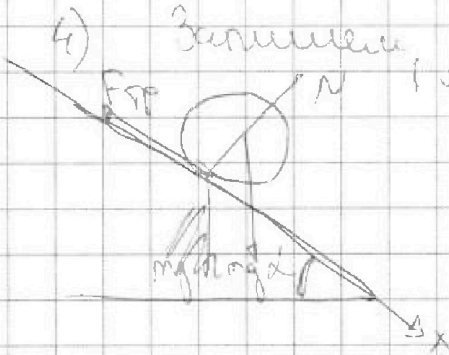


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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: $\sin \alpha = 0,45$

$v = 5 \text{ м/с}$

$a = 0,75 \text{ м/с}^2$

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



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

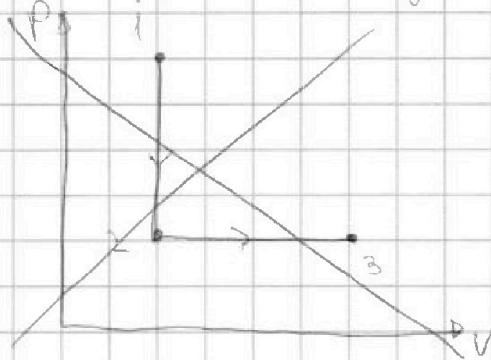
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

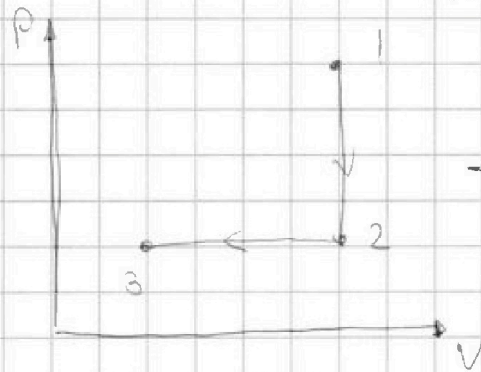
Дано:
 $Q = 2320 \text{ Дж}$
 $|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$
 $|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$
 Найти:
 $A = ?$
 $C_p = ?$
 $N_1 = ?$
 $N_2 = ?$

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 сдвигаться из-за молярных масс 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

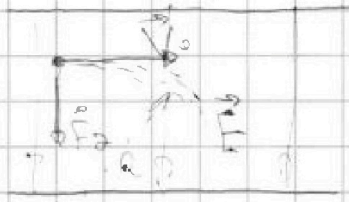
СТРАНИЦА
1 из 2

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.

\Rightarrow и. най: $\vec{F}_E \perp \vec{V}_0$ т.к. частица летит ~~параллельно~~ параллельно обкладкам

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

$$a = \frac{F_E}{m} = \frac{Eq}{m} = E\gamma = \frac{U}{d}\gamma \quad \vec{a} \perp \vec{V}_0$$

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

2) Когда частица пересекает середину пластин конденсатора, её потенциальная энергия стабилизируется равной нулю, т.к. серед. пл. - то. конденсатора \Rightarrow равнопотенциальная поверхность $\phi = \phi_{\text{ср}} = 0$

На расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отриц. з-р. обкладки её потенциал - $q \cdot (-\frac{3}{16}U)$, т.к. потенциал падает равномерно от пластин обкладки с отрицательной. Запишем $\frac{3}{8}d$ 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 отталкивается 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

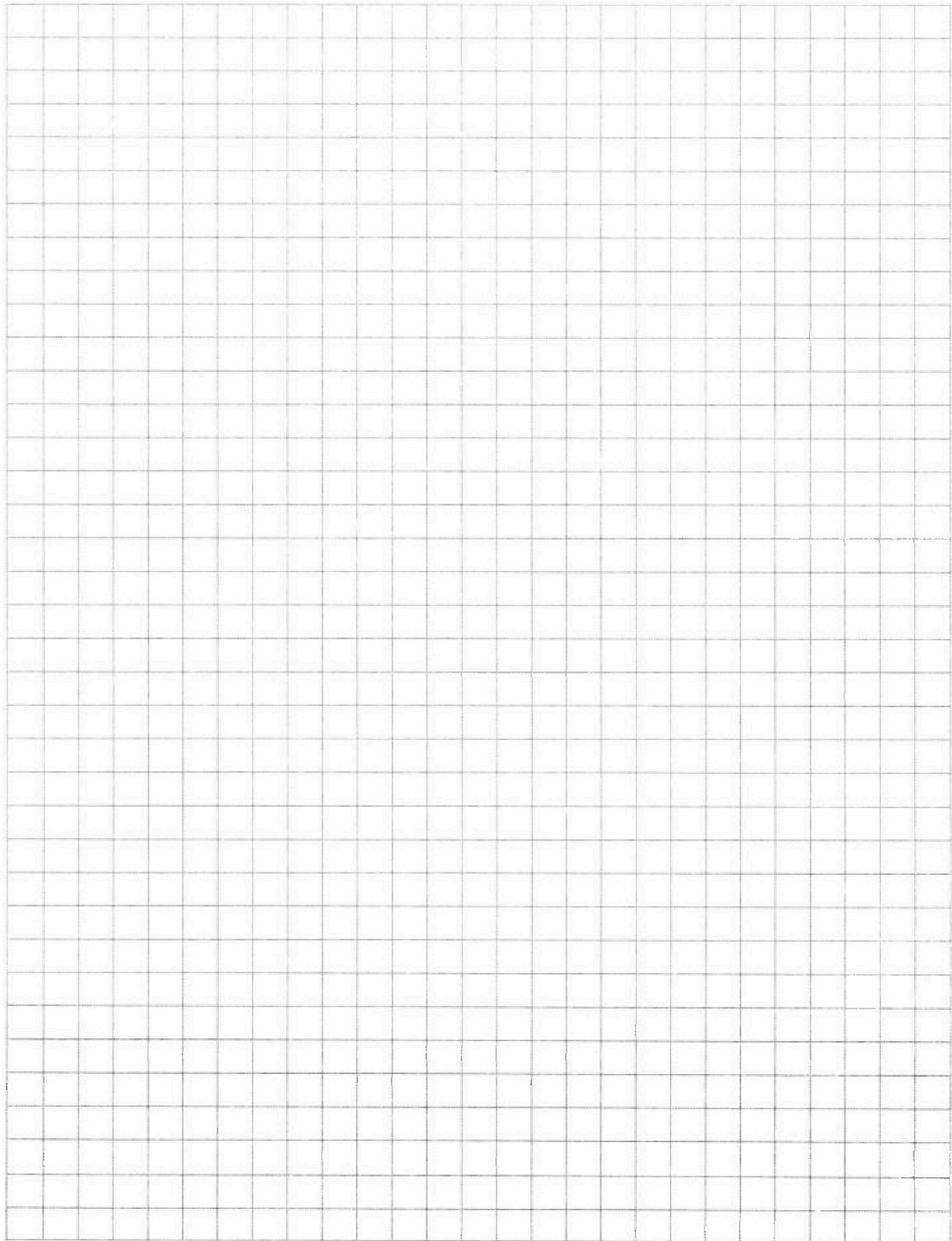
5

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:

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

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 6 \\ \hline 168 \end{array}$$

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

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

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

$$\begin{array}{r} 58 \\ \times 58 \\ \hline 2858 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,9 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,9 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 180 \\ \times 2025 \\ \hline 36450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 85 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 84 \\ \hline 7056 \end{array}$$

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

$$\frac{7 - 5 \frac{4}{2} \cdot 100}{3 - \frac{4}{2} \cdot 100} = \frac{7 - 5 \cdot 200}{3 - 200} = \frac{7 - 1000}{3 - 200} = \frac{-993}{-197} = 5$$



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 поволияе скорость
перпендикулярно, поволияе

$$\begin{aligned} \cos^2 \theta \cos^4 \alpha &= g \sin^2 \theta \\ \tan^2 \theta &= \frac{\cos^4 \alpha}{g} \\ \frac{\sin^2 \theta}{1 - \sin^2 \theta} &= \frac{\cos^4 \alpha}{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g \sin^2 \theta &= \cos^4 \alpha - \cos^4 \alpha \sin^2 \theta \\ \sin^2 \theta (g + \cos^4 \alpha) &= \cos^4 \alpha \\ \sin^2 \theta &= \frac{\cos^4 \alpha}{g + \cos^4 \alpha} \end{aligned}$$

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

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

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

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



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.

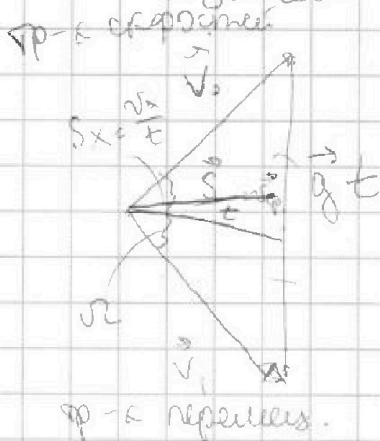
1 2 3 4 5 6 7

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 по горизонтали, что это означает.

возьмем произвольные скорости



возьмем эту горизонталь OB и посчитаем площадь треугольника POB разными способами:

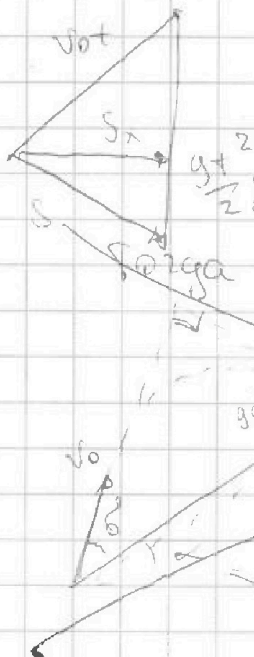
$$S_{\Delta} = \frac{v_0 v_x \sin \alpha}{2} = \frac{g \cdot t \cdot v_x}{2}$$

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

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

т.е. оптимальный

здравое понимание, если $\vec{v}_{\text{гор}} \perp \vec{v}_{\text{вер}}$



когда рассматриваем OB еще раз

$$\text{когда } v_{x\max} = v_0 \cos \alpha \sin \alpha$$

заменим $v_{x\max}$ за v_x найма:

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

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

$$\text{найдем } \alpha = \frac{2 \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Значит, это v произвольных скоростей и S - перемещение по горизонтали. Применим $\frac{S}{2}$ - идеальное, и если OB оптимальный и MP - идеальное,

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

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

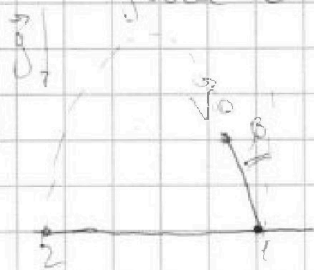
СТРАНИЦА
из

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, уравнений не хоризонт. поверхность и найдем $t(\beta)$ - время падения, в заб-те от угла с вертикалью



изменение скорости за пад:

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

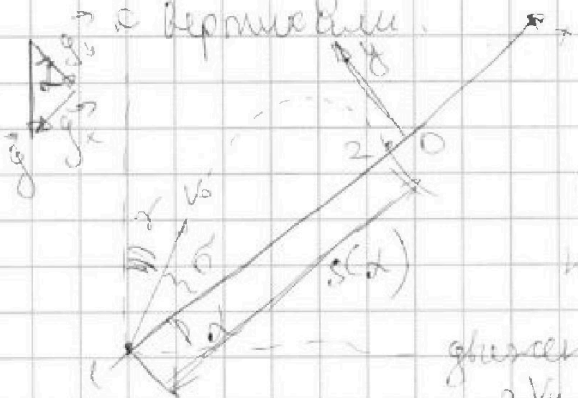
$$= 2V_0 \cos \beta$$

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

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 касательную скорость при броске на угол α с вертикалью.



возьмем систему координат, где $Oy \perp$ поверхности, а Ox направлена по пов-ти.

Проекция g на Oy : $g_y = g \cos \alpha$
 на Ox : $g_x = g \sin \alpha$

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

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

1-2 по Ox :
 $S = \frac{2V_0 \cos \beta}{g \sin \alpha} \cdot g \times t(\alpha)$

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