



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

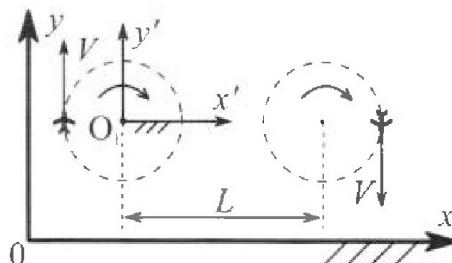
Вариант 10-04

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.

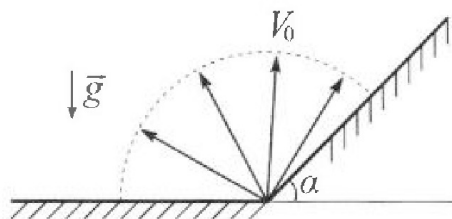
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.



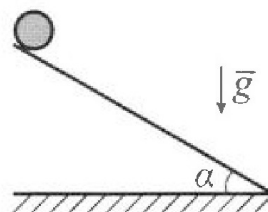
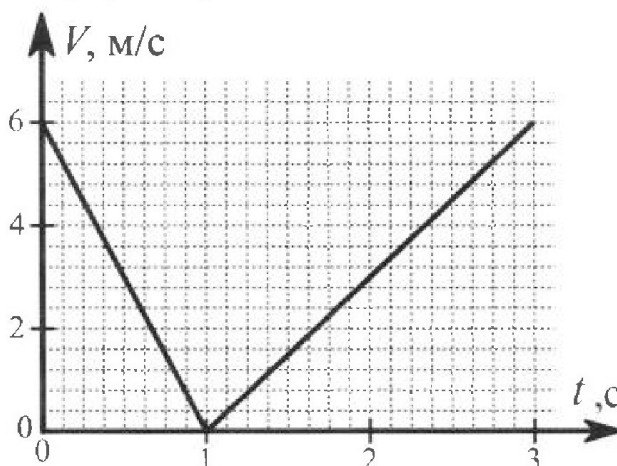
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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.



СТРАНИЦА

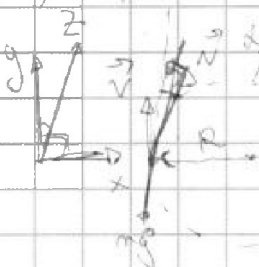
1 из 2

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

Решение:

1) Рассмотрим летчика и кресло:



Вектор скорости V направлен по касательной к траектории. Вектор силы тяжести mg направлен вертикально вниз. Вектор реакции N направлен по направлению к центру поворота O (вертикально).

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

Решение: (а_y - центростремительное ускорение)

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

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

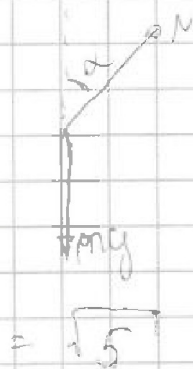
$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m v^2}{N R} \cdot \frac{N}{mg} = \frac{v^2}{g R}$$

Запишем 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 :



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

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{v^2}{g R} + 1} = \sqrt{\frac{(10000)^2}{5000} + 1} =$$

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



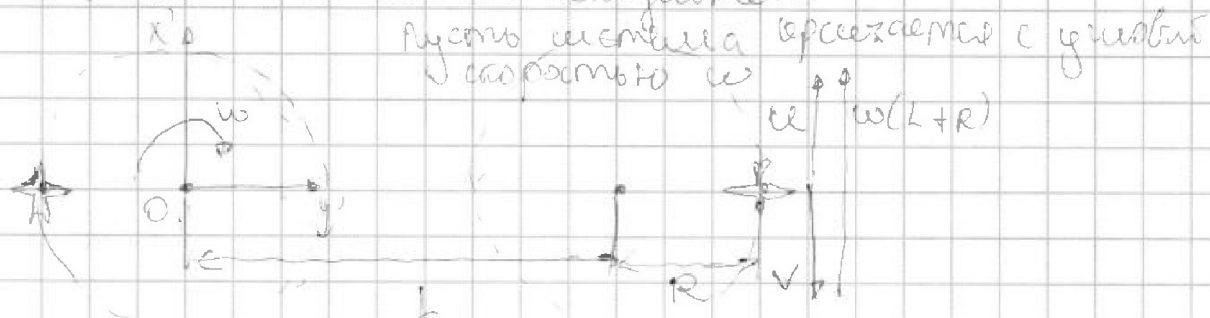
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 небом (с учётом вращений - в ней он неподвижен)



$\omega = \frac{v}{R}$. Из закона сложения скоростей:
 $|\vec{u}| = |\omega(L+R) - v|$, а $\vec{u}$ направлен по Ox' , так как $\omega(L+R) > v$, то направлен по Ox'

Итак, $u = \frac{v}{R}(L+R) - v =$

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

$u = 2,5V = 250 \text{ м/с}$

Итак: $\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$, $\vec{u}$ направлен по Ox'

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



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) Аккумулятор, разряженный максимально при падении на высоте $h = 10 \text{ м}$ $\Rightarrow S = \frac{gt^2}{2}$

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

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

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

$V_k \perp V_0$, из симметрии $V_{ky} = V_{0y}$, т.е.

т.е. $V_{0x} = V_0 \sin \alpha \cos \alpha$

Вариант 1, для $\frac{V_{0x}^2 - V_{0y}^2}{2 a}$

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

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

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

либо $S = \frac{V_{0x} - V_{0y}}{2} t = \frac{V_0 \sin \alpha (1 - \sin \alpha)}{2} \cdot \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha (1 - \sin \alpha)}{g \cos^2 \alpha} = \frac{2 V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$

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

$\cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha \sin \alpha + \sin^2 \alpha \sin^2 \alpha = \frac{8 g}{2 V_0^2}$

математический ребус

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 ☐

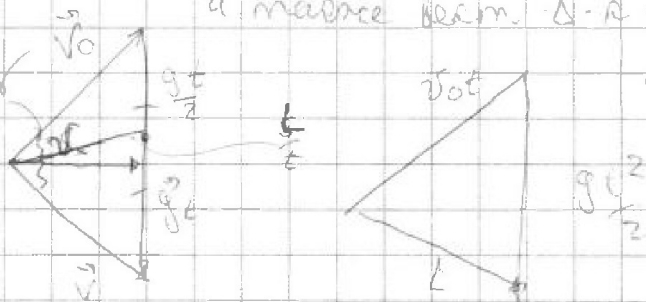
СТРАНИЦА
1 из 2

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



Заметим, что верхняя сторона Δ - скорости параллельна тр-ку перемещений с тем же углом α .

Заметим также, что $V_0 \sin \alpha$ - горизонтальная составляющая скорости.

$$\frac{V_0 \sin \alpha}{2} = \frac{gt}{2} \quad V_x - \text{горизонтальная скорость}$$

$V_x \cdot t$ - проекция L на горизонталь $= L_x$

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

соответственно бросок вертикальный, применим?

если $\vec{V}_1 \perp \vec{V}_0$

Заметим, что $\frac{L}{t}$ - величина в тр-ке скорости

тогда она равна величине ускорения

$$\frac{L}{t} = \frac{gt}{2} \Rightarrow L = \frac{gt^2}{2} \quad \text{угол падения равен углу броска } \alpha = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$

В первом случае на горизонтальной поверхности, для падения бросать нужно под углом 45° из координат, приведенных

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

L при вертикальном броске



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:

$$\sin \alpha = ?$$

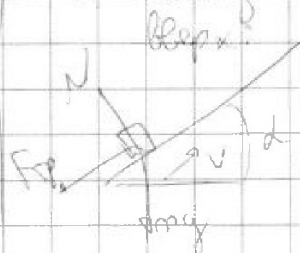
$$v = ?$$

$$a = ?$$

$$\mu = ?$$

Решение:

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



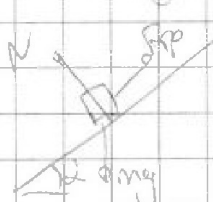
$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

Вниз:



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

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

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

2) Применим кинематику, так как время движения -

$$-\frac{v}{t} = a, \text{ так как } \frac{a_1}{a_2} \text{ из 1) } = 2$$

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

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

также из условия,

$$a_1 \cdot t = 6 \text{ м/с}$$

$$a_1 = 6 \text{ м/с}^2$$

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

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

$$0,8 - 3 \sin \alpha = \sin \alpha$$

$$4 \sin \alpha = 0,8$$

$$\sin \alpha = 0,2$$



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 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 воду в цилиндрической манжете (р.)



$$V_A = 0$$

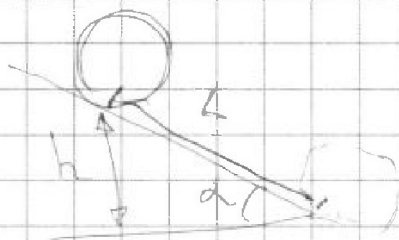
по теореме Гюйгенса

$$E_k = E_{k, \text{цм}} + E_{k, \text{отцм}}$$

$$E_k = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} \quad (\text{б.с.о. центра в каждой точке движется со скор-ю } V_1)$$

$$E_k = mV_1^2 \left(1 + \frac{n}{2}\right)$$

Запишем 3СЗ от (1) и (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)

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

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

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

К. максимальной скорости, кет

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

$$a = \frac{25}{8} \cdot \frac{5}{204} = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2 = 3.75 \text{ м/с}^2$$

$$a = 3.75 \text{ м/с}^2$$

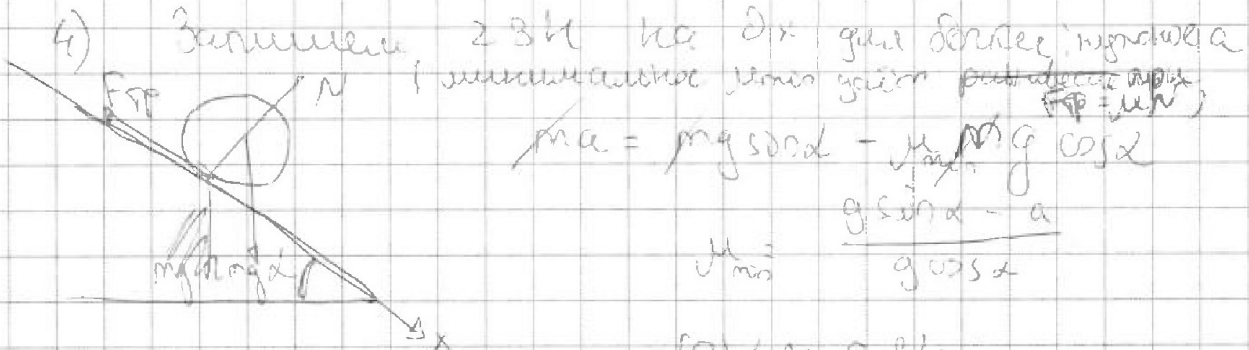


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☒☐☐☐☐

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!



$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$\mu_{\min} = \frac{10 \cdot 0,45 - 3,25}{0,84} = \frac{0,75}{0,84}$$

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

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 ☐

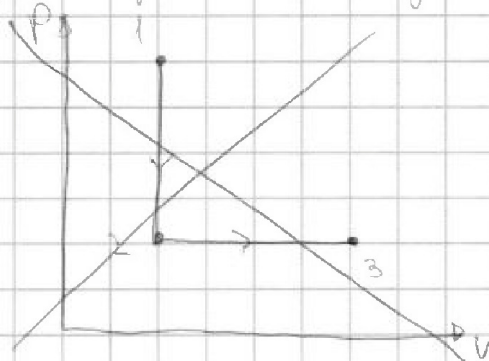
СТРАНИЦА
1 из 2

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

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

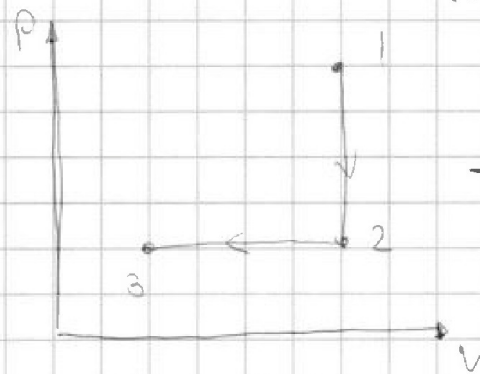
Решение:

1) Нарисуем $P(V)$ диаграмму процессов



процесс 1-2 - изохор.
охлажд.

процесс 2-3 - изобар
охлажд.



I нач. термодинам. для 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. для процесса 2-3:

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

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

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

$$A = \frac{R (\Delta T_2)}{R (\Delta T_1)} Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \quad A = 220 \text{ Дж}$$

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, тепло ёмкости в изобарном процессе будут складываться из теплоёмкостей смеси и азота:

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

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

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

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

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

Разделим эти два уравнения друг на друга:

$$(1) : (2)$$

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

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

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

$$x = \frac{7 - 5\gamma}{3\gamma - 5} = \frac{0,25 \cdot 5}{0,65} = \frac{5}{13}$$

$$x = \frac{\nu_1 \cdot N_1}{\nu_2 \cdot N_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}$$

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

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13} = \frac{7|\Delta T_2| - 5|\Delta T_1|}{3|\Delta T_1| - 5|\Delta T_2|}$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

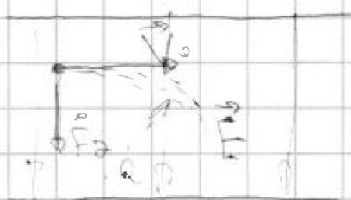
СТРАНИЦА
1 из 2

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 постоянно, как от двух бесконечных заряженных плоскостей



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

или со втор.

т.е. най: $\vec{F}_g \perp \vec{V}_0$ т.е. частица летит ~~параллельно~~ параллельно обкладкам

$F_g = E q$. Тогда $\vec{a}$ - ускорение частицы, оно же $\vec{a}_y$ - ускорение y -оси, т.е. $\vec{a} \perp \vec{V}_0$

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

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

2) Когда частица пересекает среднюю линию конденсатора, её потенциальная энергия становится равной нулю, т.е. сред. лн. - то эквипотенциальная поверхность $\phi = \psi_{\text{ср.}} = 0$

На расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отриц. з-р. обкладки её потенциал - $q \cdot (-\frac{3}{16}U)$, т.е. потенциал падает равномерно от максим. обкладки к отрицательной. Запишем ЭПЗ от нач. момента до пересечения средней поверхности 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.

☐☐☐☐☒☐☐

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!

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

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

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

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

Вектор скорости, т.е. раз
частица отталкивается от
отриц. заряж. пластины,

то $q < 0 \Rightarrow \gamma < 0$

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

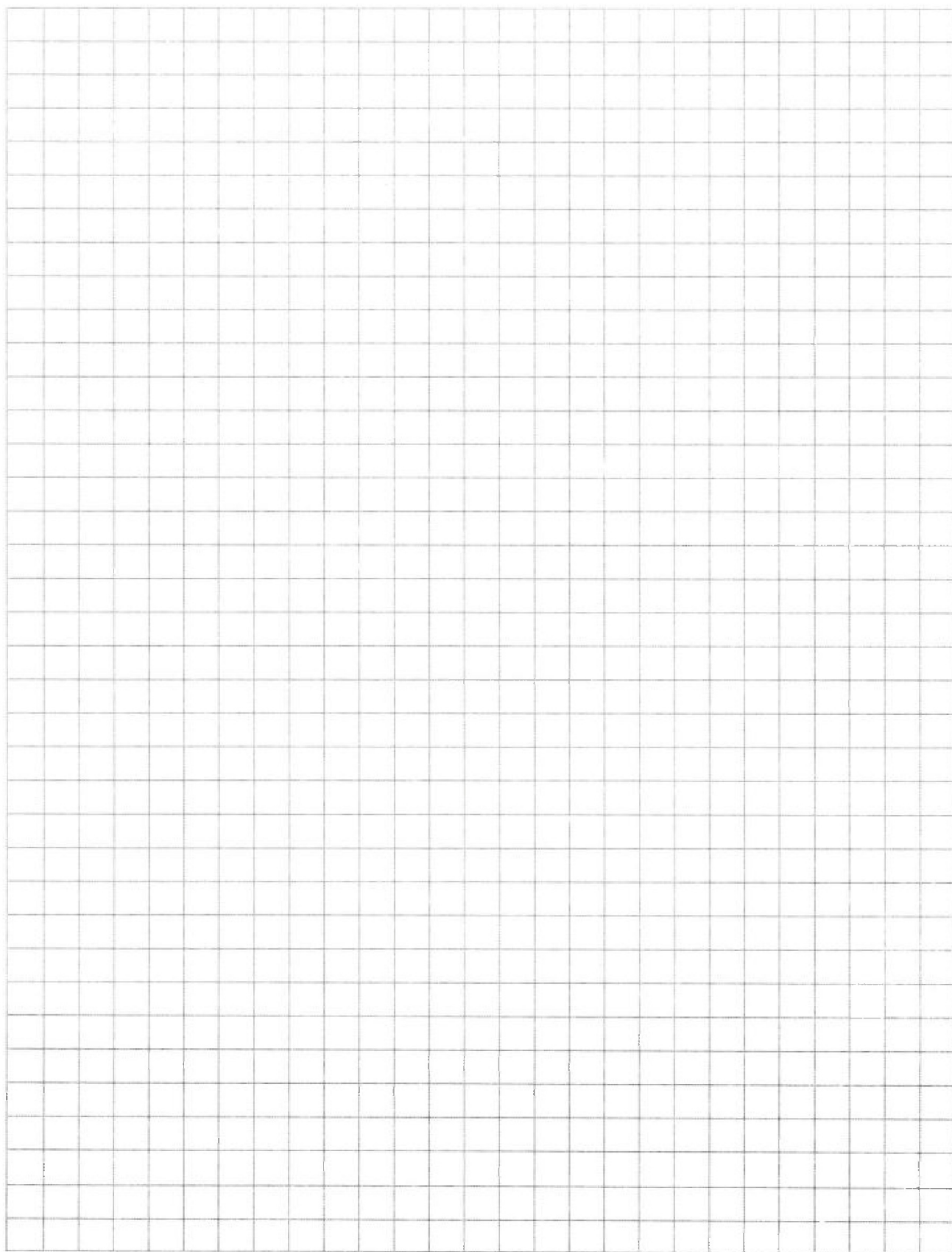


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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, including various calculations and algebraic manipulations.

Top left:
$$\begin{array}{r} 2 \\ 2320 \cdot \\ \times 5 \\ \hline 11600 \end{array}$$

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

Top right:
$$\frac{40}{58} = \frac{20}{29}$$

Middle left:
$$\begin{array}{r} 20880 \\ - 203120 \\ \hline 1580 \end{array}$$

Middle right:
$$\begin{array}{r} 2320 \\ - 20 \\ \hline 32 \end{array}$$

Bottom left:
$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,10 \\ + 44,00 \\ \hline 75,10 \end{array}$$

Bottom middle:
$$\begin{array}{r} 290 \\ \times 58 \\ \hline 16820 \end{array}$$

Bottom right:
$$\begin{array}{r} 290 \\ \times 58 \\ \hline 16820 \end{array}$$

Bottom center:
$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 31,10 \\ + 44,00 \\ \hline 75,10 \end{array}$$

Bottom left (algebra):
$$\frac{1000}{22500} = \frac{2}{5}$$

Bottom right (algebra):
$$\frac{2}{4} - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

Bottom center (algebra):
$$\frac{2}{3} - \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

Bottom right (algebra):
$$\frac{2}{3} - \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$



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.



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

формула вычисления $S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$,
учитывая что начальная скорость
перпендикулярна направлению



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.



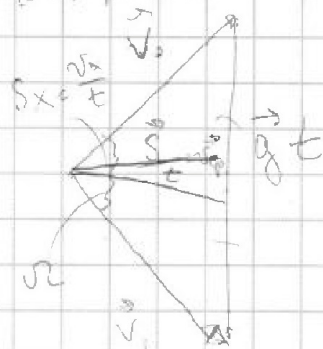
СТРАНИЦА
из

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 - максимальное перемещение
по горизонтали, что это значит.

возвращаемся к скорости

тр-я скорость



тр-я перемещ.

возвращаемся к горизонт. ось и
поискать площадь треугольника
разными способами.

$$S_{\Delta} = \frac{V_0 V_1 \sin \alpha}{2} = \frac{g t \cdot V_x}{2}$$

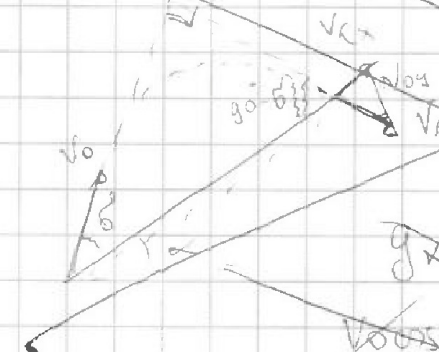
$$V_x \cdot t = S_x, \text{ проекция перемещ. на } O_x.$$

$$V_0 V_1 \sin \alpha = g t \rightarrow S = S_{\max}, \text{ когда } \alpha = 90^\circ$$

т.е. оптимальный

здравый смысл, если $V_{\text{нач}} \perp V_{\text{кон}}$

тогда рассмотрим другой путь



$$\text{тогда } V_{\text{ex}} = V_0 \cos \alpha \sin \alpha$$

записываем значение скорости
за время полета:

$$g_x t(\alpha) = V_0 \cos \alpha (1 - \sin \alpha)$$

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

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

Выводим, что V треугольных скоростей
и S перемещений равны. При этом $\frac{S}{t}$ - скорость,
и если она оптимальная и тр-я прямая,

$$\text{то } \frac{S}{t} = \frac{g t^2}{2} \rightarrow S = \frac{g t^2}{2}$$



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



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

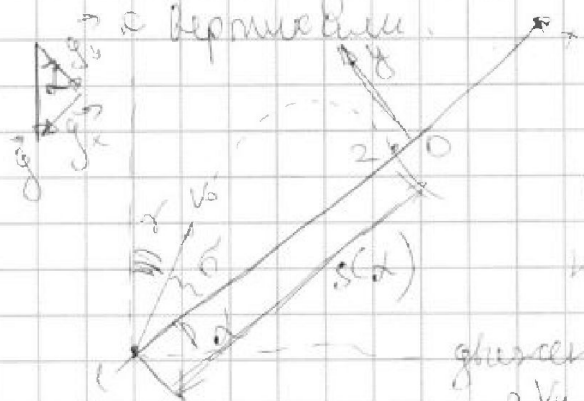
$$= 2V_0 \cos \beta$$

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

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

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

2) Рассмотрим камень, направленный на некоторую высоту при броске под углом α к вертикали.



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 ($t(\alpha)$ - время падения)

$$\Delta y = 2V_0 \cos \alpha \cdot t(\alpha) = \frac{2V_0 \cos \alpha}{g \cos \alpha} \cdot g \cos \alpha \cdot t(\alpha)$$

1-2 по Ox :

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

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