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 А внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_P смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U, расстояние между обкладками d. В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R.

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q–заряд частицы, m– масса частицы.

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

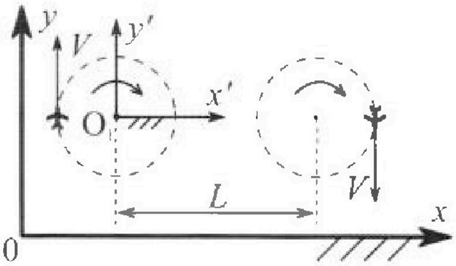
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

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^2.

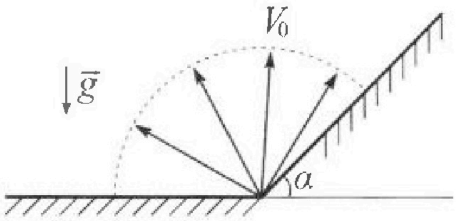


1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

В некоторый момент време ни 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.

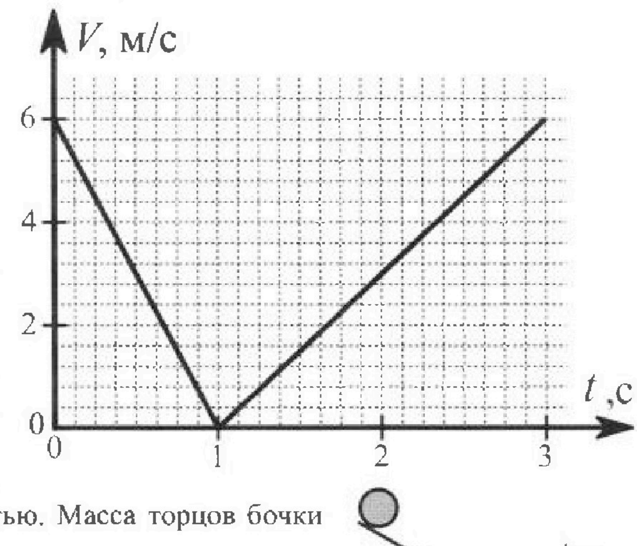
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



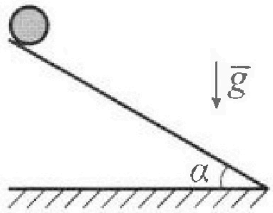
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α, который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/с^2.



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 ☐

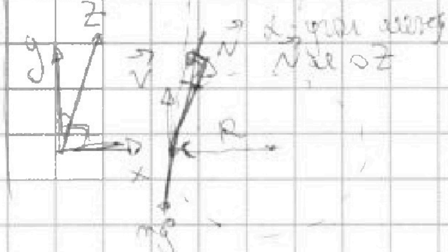
СТРАНИЦА 1 ИЗ 2

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:
$V = 100$ м/с
$R = 500$ м
$L = 1,25$ км
Найти:
$\frac{N}{mg} = ?$
$\vec{u} = ?$

Решение:

1) Рассмотрим лётчика и кресло:



Запишем следствие из 2зН на Oz (вертикальная):

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

Ox: (a_y - центростремительное ускорение)

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

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

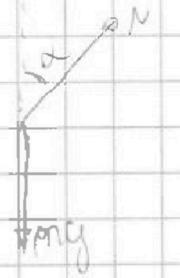
$$\tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{mv^2}{NR}\cdot\frac{N}{mg} = \frac{v^2}{gR}$$

Запишем основное триг. тождество:

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

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

При этом рассмотрим вектора N и mg:



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

$$\boxed{\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{v^4}{(gR)^2}+1}} = \sqrt{\left(\frac{10000}{5000}\right)^2+1} =$$

$$= \sqrt{5}$$

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

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 левым самолётом - в ней он неподвижен

Пусть система вращается с угловой скоростью ω

$\omega = \frac{V}{R}$. Из закона сложения скоростей:

проекция на Ox': $|u| = |\omega(L+R) - V|$, а $\vec{u}$ направлен по Ox' (учитывая, что $\omega(L+R) > V$, т.к. расстояние от O до правого самолёта - $L+R$)

Итак, $u = \frac{V}{R}(L+R) - V = V\left(\frac{L+R}{R} - 1\right) = V \cdot \frac{L}{R}$

$u = 2{,}5V = 250$ м/с

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

$= \sqrt{\left(\frac{V^2}{gR}\right)^2 + 1}$ $|\vec{u}| = 250$ м/с $= V \cdot \frac{L}{R}$

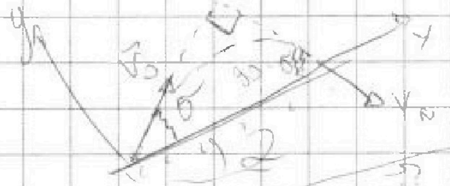
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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, перемещение максимально при падении на конец пл-ти $\Rightarrow S = \frac{gt^2}{2}$

Рассмотрим броск: $g_y = g\cos\alpha$



$t = \frac{2V_0\sin\beta}{g\cos\alpha}$ $\nearrow$ $S = \frac{\cancel{2}V_0^2\sin^2\beta}{\cancel{2}g\cos^2\alpha}$

$\vec{V}_K \perp \vec{V}_0 \Rightarrow$ из симметрии $V_{Ky} = V_{0y}$, так что $V_{Kx} = V_0\sin\beta\cos\beta$

Запишем S, как $\frac{V_{x0}^2 - V_{Kx}^2}{2a}$

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

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

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

либо

$$S = \frac{V_{max} - V_{Kx}}{2}t = \frac{V_0\cos\alpha(1-\sin\alpha)}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{2}V_0\sin\beta}{g\cos\alpha} =$$

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

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

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

математика говорит решенстер

Ответ: $V_0 = \frac{50}{\sqrt{2}}$ 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!

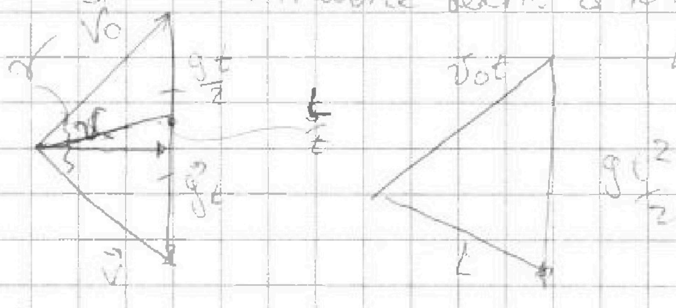
Дано:
$t = 5 с$
$S = 100 м$

Найти:
V_0 - ?
α - ?

Решение:

Рассмотрим векторный треуг-к скоростей а также вект. Δ-к перемещений

L - перемещение



Заметим, что верхняя половина Δ-ка скоростей подобна тр-ку перемещений с коэф. подобия t.

Запишем площадь тр-ка скоростей двумя способами

$\frac{V_0 V_1 \sin\gamma}{\cancel{2}} = \frac{gt \cdot V_x}{\cancel{2}}$, V_x - горизонт скорость

$V_x t$ - проекция L на горизонт $= L_x$

$L_x = \frac{V_0 V_1 \sin\gamma}{g} \Rightarrow L_x = L_{x\,max}$, если $\gamma = 90°$

соответственно брос оптимальный, если $\vec{V_1} \perp \vec{V_0}$. правильно?

Заметим, что $\frac{L}{t}$ - медиана в тр-ке скоростей

тогда она равна половине гипотенузы

$\frac{L}{t} = \frac{gt}{2} \Rightarrow L = \frac{gt^2}{2}$

угол падения равен углу броска $\Rightarrow \alpha = \frac{90°}{2} = 45°$

В первом случае на горизонт. плоскости, нужно бросать под углом 45° из соображ. приведённых выше:

$V_0 \cos 45° \cdot \cancel{t} = \frac{g t^{\cancel{2}}}{2} \Rightarrow \boxed{V_0 = \frac{gt}{\sqrt{2}}}$

L при оптим. 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!

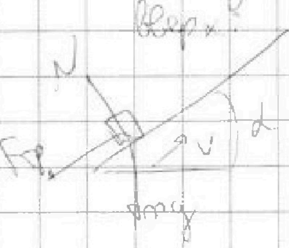
Дано:
$n = 4$
$h = 1,5$ м

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

Решение:

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

Вверх:

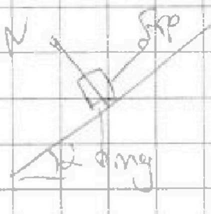


$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$

$a_1 = \dfrac{mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha}{m} = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

Вниз:



$a_2 = \dfrac{mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha}{m} = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

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

Принимая во внимание, что наклон графика — $\frac{v}{t} = a$, так что $\frac{a_1}{a_2}$ из гр. $= 2$

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

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

также из графика,

$a_1 \cdot 1\,с = 6$ м/с

$a_1 = 6$ м/с^2 $\Rightarrow$ $\sin\alpha + \mu\cos\alpha = 0,6$

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

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

$4\sin\alpha = 1,8$

$\sin\alpha = 0,45$

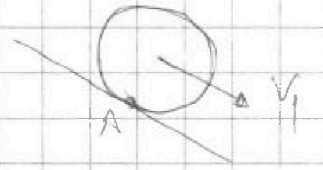
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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 ⇒ трения с бочкой нет ⇒ жидкость не вращается

Рассмотрим бочку в мгновенный момент вр.



$V_A = 0$

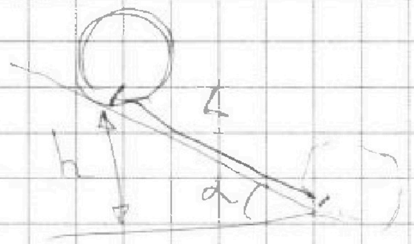
по теореме Кёнига

$E_k = E_{k\,ц.м} + E_{k\,отн\,ц.м}$

$E_k = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{nMv_1^2}{2} + \frac{Mv_1^2}{2}$ (в с.о. цилиндра все его точки движутся со скор-ю v_1)

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

Запишем ЗСЭ от 1 до 2



$(n+1)\cancel{M}gh = \cancel{M}v^2\left(1+\frac{n}{2}\right)$

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

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

$\boxed{V = 5 \text{ м/с}}$

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

~~$L = \frac{at^2}{2}$~~ т.к. начальной скорости нет

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

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

$a = \frac{25}{3}\cdot\frac{9}{20} = \frac{15}{4}$ м/с² $= 3{,}75$ м/с²

$\boxed{a = 3{,}75 \text{ м/с}^2}$

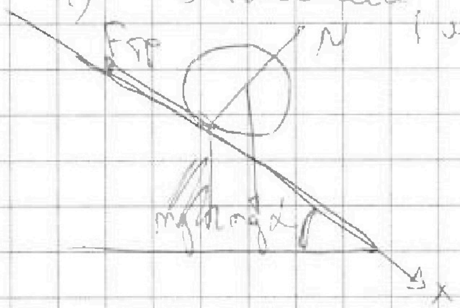
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

4) Запишем 2ЗН на Ox для более нужного a
(минимальное μ что будет ~~ра...~~ при $F_{тр} = \mu N$)



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

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

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

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

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

Ответ: $\sin\alpha = 0,45$

$V = 5$ м/с

$a = 3,75$ м/с²

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

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

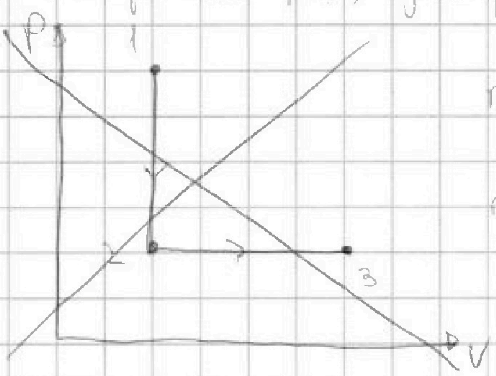
СТРАНИЦА 1 ИЗ 2

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!

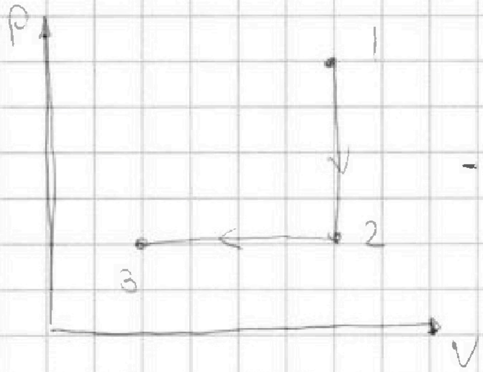
Дано:
$Q = 2320$ Дж
$|\Delta T_1| = 58$ K
$|\Delta T_2| = 40$ K
Найти:
$A = ?$
$C_p = ?$
$\frac{\nu_1}{\nu_2} = ?$

Решение:

1) Начертим $P(V)$ диаграмму процессов



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



I нач. термодин. для процесса 1-2:

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

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

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

I нач. термодин. для процесса 2-3:

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

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

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

$\Rightarrow \boxed{A = Q\left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$ $A = 720$ Дж

2) по определению: $C_p = \frac{\cancel{-}Q}{\cancel{-}|\Delta T_2|}$

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

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 ☐

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, теплоёмкость в изобарном процессе будет складываться из теплоёмкостей гелия и азота:

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

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

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

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

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

Разделим эти два уравнения друг на друга

(1) : (2)

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

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

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

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

$$\alpha = \frac{\nu_1 \cdot N_A}{\nu_2 \cdot N_A} = \boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}} \qquad \alpha = \frac{7|\Delta T_2| - 5|\Delta T_1|}{3|\Delta T_1| - 5|\Delta T_2|}$$

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

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

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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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!

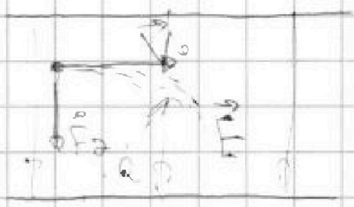
Дано:
$U; d; \frac{3}{8}d;$
$R; V_0$

Найти:
$\gamma = \frac{q}{m}$ - ?
V - ?

Решение:

1) Можно считать, что внутри конденсатора электрическое поле постоянно, как от двух бесконечных ~~заряженных плоскостей~~

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



сила со стор. эл. поля: $\vec{F_э} \perp \vec{V_0}$, т.к. частица летит ~~пер~~ параллельно обкладкам

$F_э = Eq$. Тогда $\vec{a}$ - ускорение частицы, оно же $a_{цс}$ - центростр. уск, т.к. $\vec{a} \perp \vec{V_0}$

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

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

2) Когда частица пересекает срединную плоскость ~~конденсатора~~, её потенциальная энергия становится равной нулю, т.к. сред. пл. ~~по конденсатора~~ - эквипотенциальная поверхность с $\varphi = \varphi_\infty = 0$

На расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отриц. зар. обкладки её потенциал - $q \cdot (-\frac{3}{16}U)$, т.к. потенциал падает равномерно от положит. обкладки к отрицательной. Запишем ЗСЭ от нач. момента до пересечения срединной плоскости 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 ☐

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!

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{3}{16}qU = \frac{mV^2}{2} + 0 \quad \Big| : \frac{m}{2}$$

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

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

$= V_0\sqrt{1 + \frac{3}{8}\frac{d}{R}}$. Знак изменялся, т.к. раз частица отталкивается от отриц. заряж. пластины, то $q < 0 \Rightarrow \gamma < 0$

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

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!

$2320 \cdot 9 = 20880$

$20880 : 29 = 720$

$29 \cdot 6 = 174$

$29 \cdot 7 = 203$

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

$2320 : 40 = 58$

$\frac{58}{2320} \cdot 58$

$58 \cdot 58 = 3364$

$3364 : 2320 = 1,45$

$1,45 \cdot 5 = 7,25$

$1,45 \cdot 3 = 4,35$

$5000 : 141$

$45 \cdot 45 = 2025$

$85 \cdot 85 = 7225$

$84 \cdot 84 = 7056$

$\frac{1000}{2500} = \frac{2}{5}$

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

$\frac{7 - 5\frac{\varphi}{Q}|AF_1|}{3 \cdot \frac{\varphi}{Q}|AF_1| - 5} = \frac{7Q - 5\varphi Q\frac{AF_1}{AF_2}}{3Q\frac{AF_1}{AF_2} - 5}$

$\frac{7AF_2 - 5AF_1}{3AF_1 - 5AF_2}$

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!

$$S = \cancel{g}\cdot\frac{4V_0^2\sin^2\sigma}{g^{\cancel{2}}\cos^2\alpha} = \frac{4V_0^2\sin^2\sigma}{g\cos^2\alpha}$$

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

формулы кинематики $S = \frac{v_1^2 - v_k^2}{2a}$,

учли что конечная скорость

перпендикулярна начальной

$$\cos^2\sigma\cos^4\alpha = 8\sin^2\sigma$$

$$tg^2\sigma = \frac{\cos^4\alpha}{8}$$

$$\frac{\sin^2\sigma}{1-\sin^2\sigma} = \frac{\cos^4\alpha}{8}$$

$$8\sin^2\sigma = \cos^4\alpha - \cos^4\alpha\sin^2\sigma$$

$$\sin^2\sigma(8+\cos^4\alpha) = \cos^4\alpha$$

$$\sin^2\sigma = \frac{\cos^4\alpha}{8+\cos^4\alpha}$$

$$S = \frac{4V_0^2\cos^{\cancel{4}2}\alpha}{g\cancel{\cos^2\alpha}(8+\cos^4\alpha)}$$

$$\frac{\cos^2\alpha}{8+\cos^4\alpha} = \frac{gS}{4V_0^2}, \quad \cos^2\alpha = t$$

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

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

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

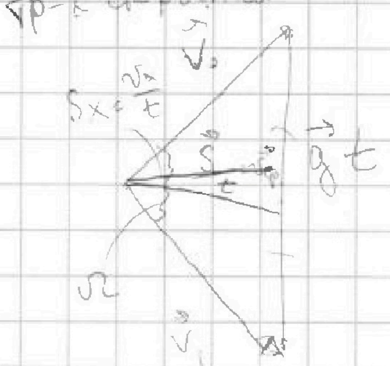
СТРАНИЦА __ ИЗ __

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, посмотрим, что это значит.

Возьмём треугольник скоростей

тр-к скоростей



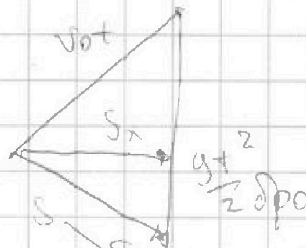
Возьмём за x горизонт. ось и посчитаем площадь треугольника разными способами:

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

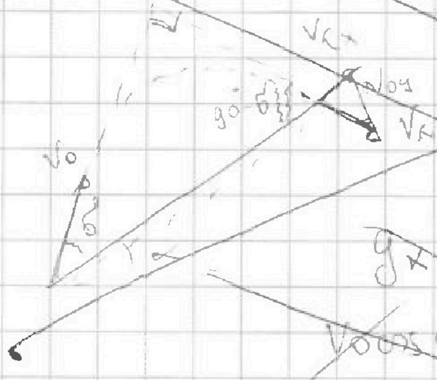
$V_x \cdot t = S_x$, проекция перемещ. на 0_x.

$V_0 V_1 \sin\Omega = gL \to S = S_{max}$, когда $\Omega = 90^\circ$, т. е. оптимальный бросок достигается, если $\vec{V}_{кач} \perp \vec{V}_{кок}$

тр-к перемещ.



Тогда рассмотрим бросок ещё раз:



Тогда $V_{0x} = V_0 \cos б \sin б$

Запишем изменение скор-ти за время полёта:

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

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

$$\operatorname{tg} б = \frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1 - \sin\alpha}$$

чиловина

Заметим, что треугольники скоростей и тр-ка перемещений подобны. Причём $\frac{S}{t}$ - медиана, и если бросок оптимальный и тр-к прямоуг, то $\frac{S}{t} = \frac{gt}{2} \to S = \frac{gt^2}{2}$

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 __

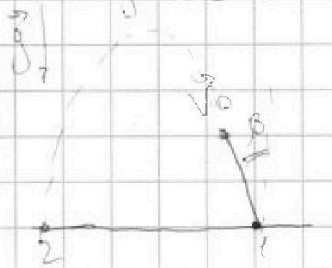
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Дано:
$T = 5c$
$S = 100м$
$g = 10 м/c^2$

Найти:
$V_0 = ?$
$\alpha = ?$

Решение:

1) Рассмотрим осколок, упавший на горизонт. поверхность и найдём $t(\beta)$ - время падения, в зав-ти от угла с вертикалью



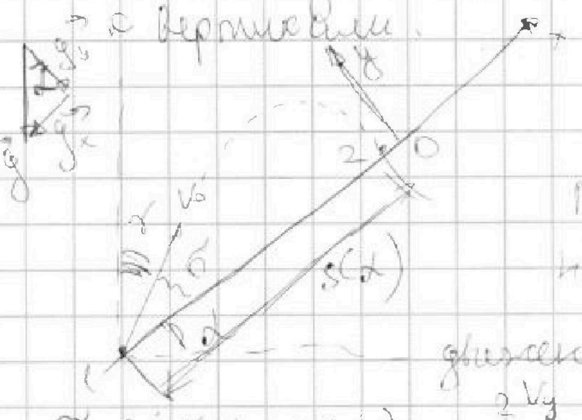
изменение скорости за полёт:
$\Delta V_{1-2} = V_0 \cos\beta - (-V_0 \cos\beta) = 2V_0\cos\beta$

$t(\beta) = \frac{\Delta V_{1-2}}{g} = \frac{2V_0\cos\beta}{g}$

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

$T = \frac{2V_0}{g} \Rightarrow \boxed{V_0 = \frac{Tg}{2}} = 25 м/c$

2) Рассмотрим осколок, попавший на наклонную плоскость при бреке под углом γ с вертикалью.



Возьмём 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 ($t(\sigma)$ - время полёта)

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

~~1-2 по Ox:~~

~~$S = V_0\cos\sigma\, t(\sigma) - \frac{g_x t^2(\sigma)}{2} =$~~

~~$= V_0\cos\sigma \cdot \frac{2V_0\sin\sigma}{g\cos\alpha} - \frac{4\sin\alpha V_0^2 \sin^2\sigma}{2 g^2 \cos^2\alpha} = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}\left(2\cos\sigma\sin\sigma - \sin^2\sigma\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)$~~