



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

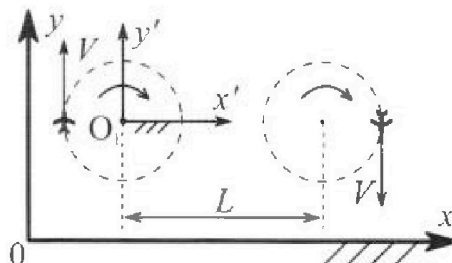
Вариант 10-04

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.

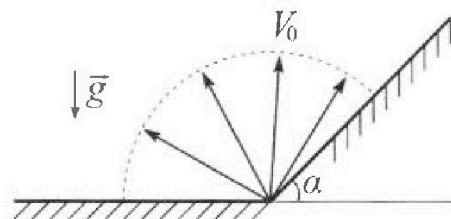
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.



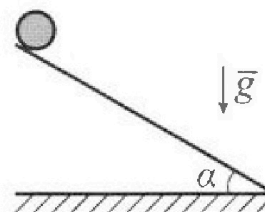
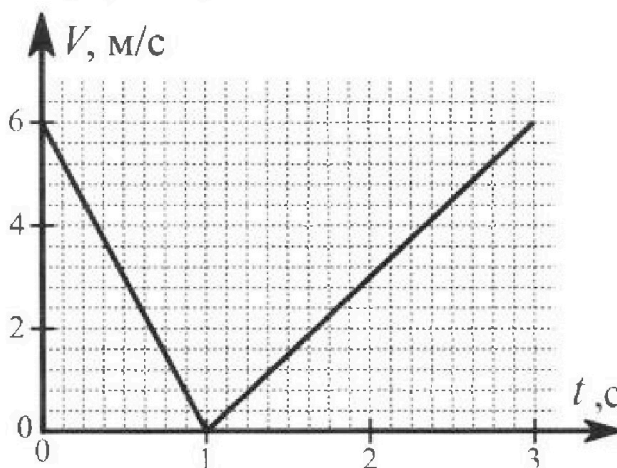
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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:

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

$$L = 1,25 \text{ м}$$

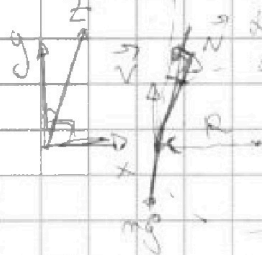
Найти:

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

$$a_y = ?$$

Решение:

1) Рассмотрим летчика и кресло:



Величина скорости из 23 в на Oz (вертикальная):
 $N \cos \alpha = mg \Rightarrow \cos \alpha = \frac{mg}{N}$

Ох: (а_y - центростремительное ускорение)

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

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

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

Вспомогательное основное тригонометрическое:

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

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

При этом рассмотрим векторы N и mg:



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

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

$$= \sqrt{5}$$

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



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. Пусть ось системы пересекается с углом α и скоростью ω .



$\omega = \frac{v}{R}$. 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 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: $g_y = g \cos^2 \alpha$



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

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

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

барьеры S , так

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

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

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

либо

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

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

$$S = \frac{2 v_0^2 \cos^4 \alpha (1 - \sin \alpha)^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \cos^2 \alpha (1 - \sin \alpha)^2$$

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

математическим способом

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

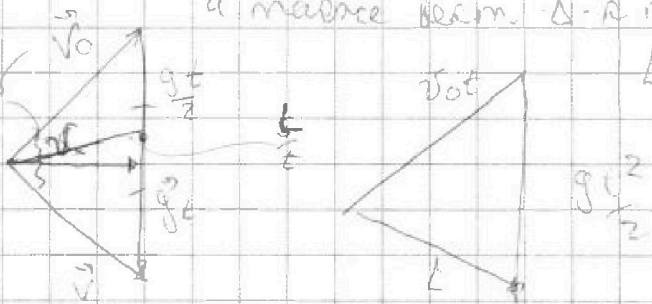
СТРАНИЦА
1 из 2

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 катета Δ - скорость по горизонтали $v_0 \cos \alpha$ перемещений с L по высоте L .

Заметим также, что горизонтальная составляющая скорости $v_0 \cos \alpha$ равна скорости L/t .

$$\frac{v_0 \cos \alpha}{L} = \frac{gt}{L} \Rightarrow v_0 \cos \alpha = gt$$

$$L_x = \frac{v_0 v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow L_x = L \tan \alpha, \text{ если } \alpha = 45^\circ$$

или $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_0$

Заметим, что L/t - горизонтальная составляющая скорости

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

Угол наклона равен углу броска $\alpha = 45^\circ$

В первом случае на горизонтальной поверхности, при нулевой скорости по высоте 45° из координат приверженных

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

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!

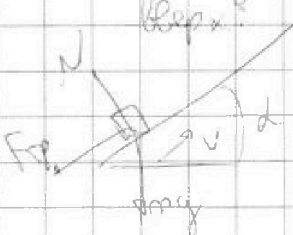
Дано:

$n = 4$
 $h = 1,5 \text{ м}$

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

Решение:

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



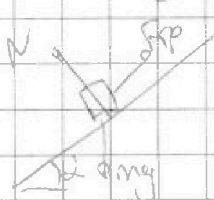
$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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,

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

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

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

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

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

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

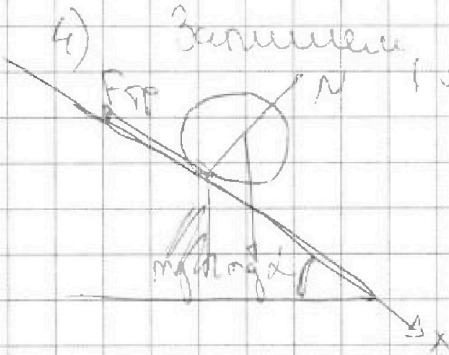


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

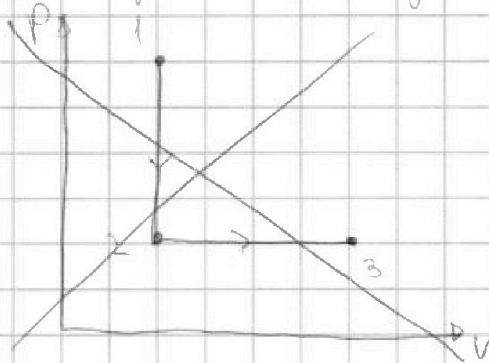
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

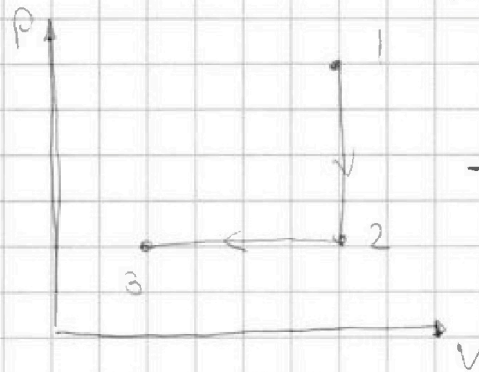
Дано:
 $Q = 2320 \text{ Дж}$
 $|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$
 $|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$
 Найти:
 $A = ?$
 $C_p = ?$
 $N_1 = ?$
 $N_2 = ?$

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 энергии в изобарном процессе будет складываться из теплоемкостей 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: $N = 720$ 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

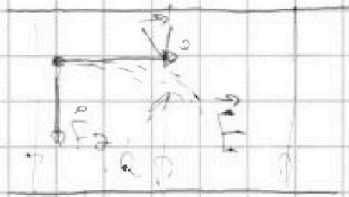
СТРАНИЦА
1 из 2

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 стороны

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 уса, $\vec{a} \perp \vec{V}_0$

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

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

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

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 к отрицательной. Запишем ЭЭЭ 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

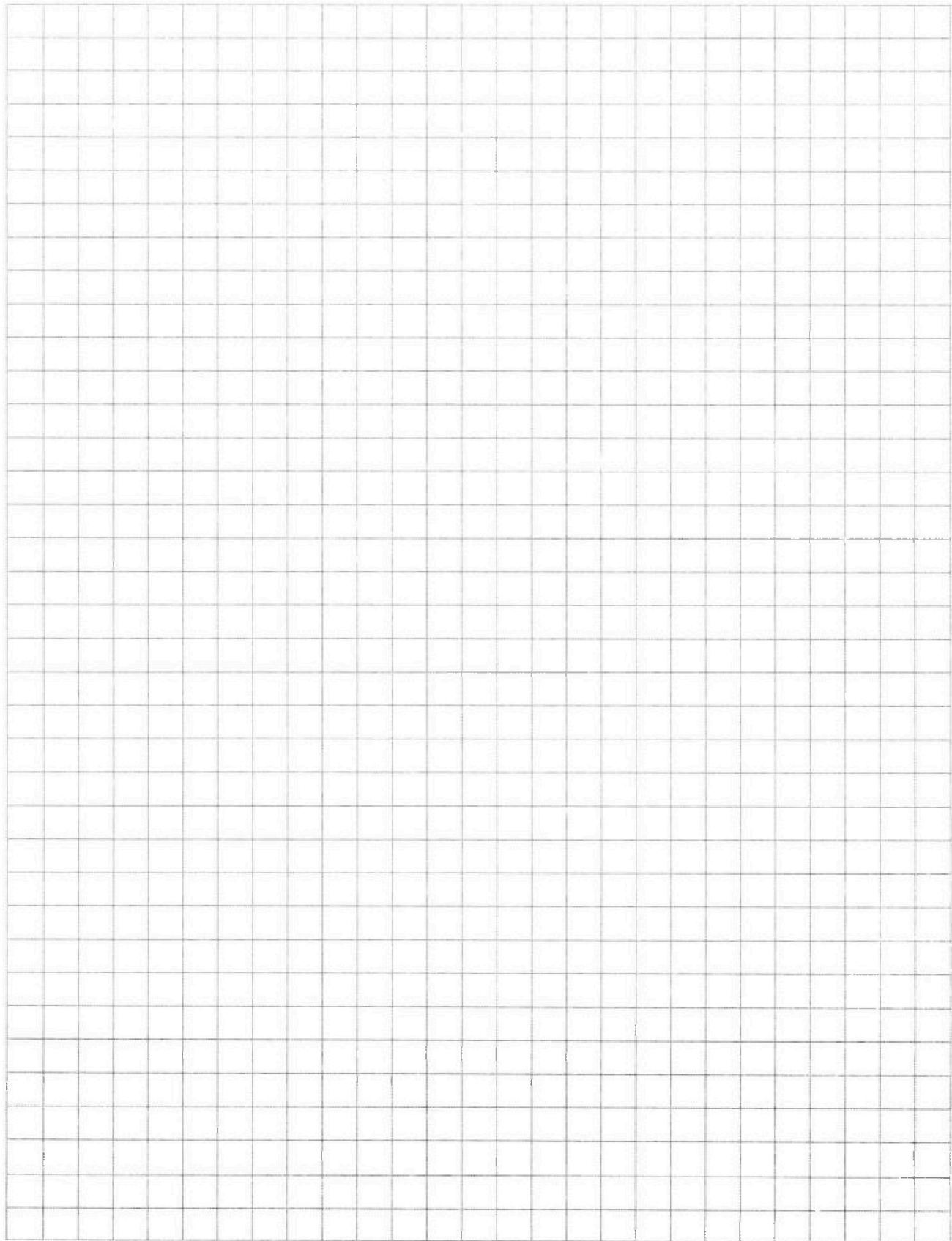
5

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:

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 309 \\ + 220 \\ \hline 32,25 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 1,45 \\ \hline 309 \\ + 220 \\ \hline 32,25 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{2 - 5 \cdot \frac{3}{2} \cdot 1000}{3 \cdot \frac{3}{2} \cdot 1000 - 5} = \frac{2 - 7500}{4500 - 5}$$

$$\frac{2 - 7500}{4500 - 5}$$



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

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

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

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

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

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

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



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.

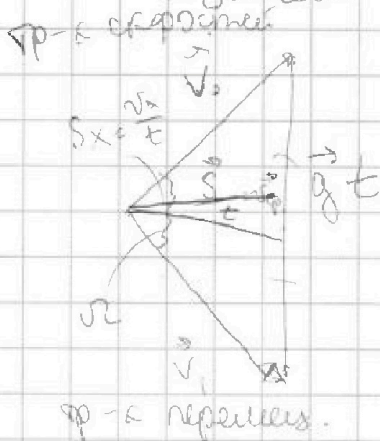
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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 треугольник скорости



возьмем $g t$ горизонт. ось и посчитаем площадь треугольника разности скоростей:

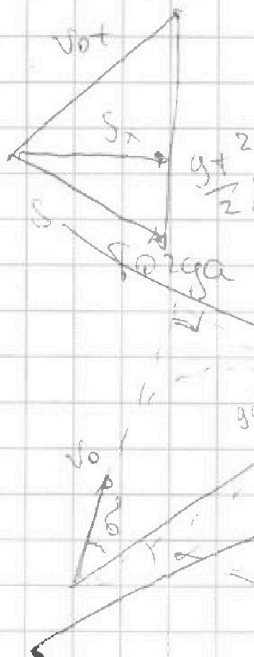
$$S_{\Delta} = \frac{v_0 v_1 \sin \alpha}{2} = \frac{g t \cdot v_x}{2}$$

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

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

т.е. оптимальный

здравое утверждение, если $\vec{v}_{\text{нач}} \perp \vec{v}_{\text{кон}}$



когда рассматриваем форму еще раз

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

заменим вычисленные скор-ти за время макс:

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

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

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

Выводим, что v треугольником скорости и S - перемещением по горизонтали. Применим $\frac{S}{2}$ - идеальное, и если форма оптимальная и α - оптимально,

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

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

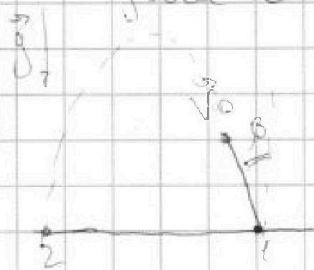
СТРАНИЦА
из

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



изменение скорости за время:

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

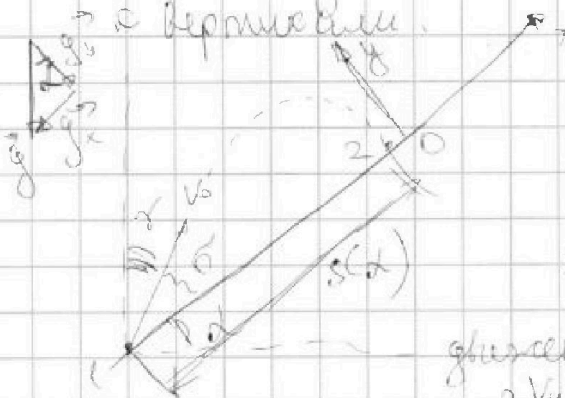
$$= 2V_0 \cos \beta$$

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

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 α к вертикали.



возьмем систему координат, где $Oy \perp$ поверхности, а Ox направлена по н-ту. 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)

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

1-2 по Ox :

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

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