



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 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 после 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

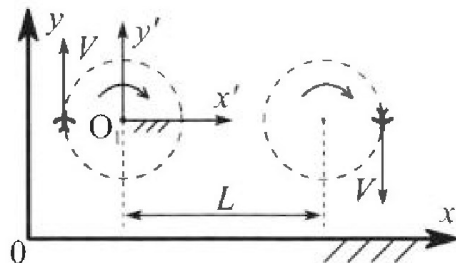
Вариант 10-04

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.

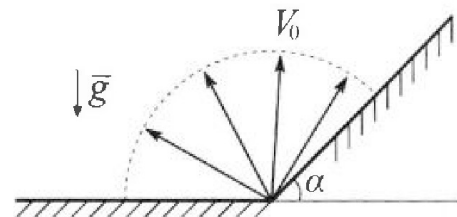
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.

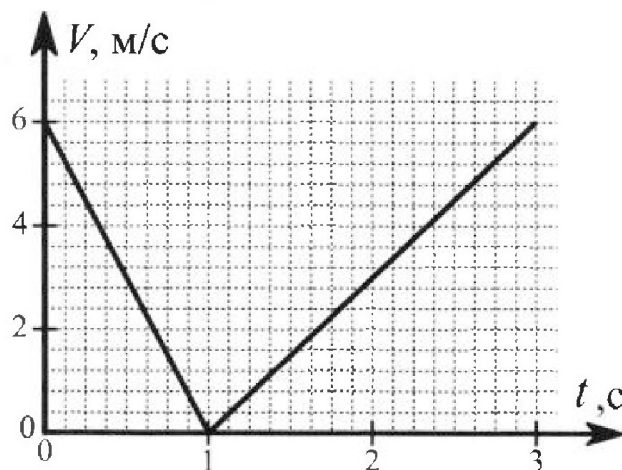


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

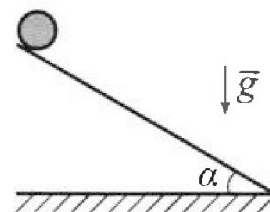
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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?



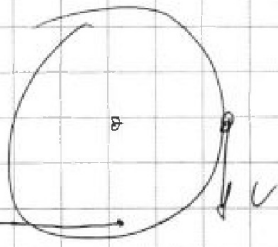
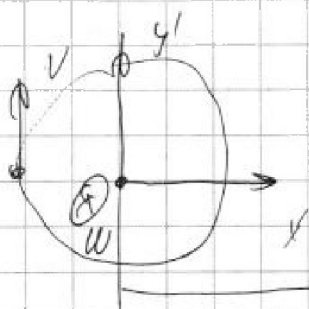


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



или увеличим
 $\vec{V} = \vec{V}_{\text{шарика}} + \vec{V}_{\text{точки}} + \vec{\omega} \times \vec{r}$
 $V_{\text{шарика}} = 0$. $V_{\text{точки}} = 0$
(вращение по y')

2) L записан в проекции на y'
 $-V = 0 + V_{\text{точ}} + \omega L$, тут L - расстояние
от м. O , до центра шара $= L + R$, ω - угл. скорость
вращения шара $= \frac{V}{R}$, получим:

$$V_{\text{точ}} = U$$

$$-V = V_{\text{точ}} + \frac{V}{R}(L+R) \quad V_{\text{точ}} = V \left(\frac{L+R}{R} - 1 \right), \text{ куда}$$

берем радиус y' в указанный момент времени

$$V_{\text{точ}} = \left(\frac{150 + 500}{500} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{5 \cdot 250 + 2 \cdot 250}{2 \cdot 250} - 1 \right) 100 =$$

$$= \frac{5}{2} \cdot 100 = 250 \text{ м/с}$$

1) N mg $mg \cos \alpha = m a_{\text{ср}} = m \frac{v^2}{R}$ $mg \cos \alpha = N$

$$\frac{N}{mg} = \frac{v^2}{R \cos \alpha}$$

$$mg \cos \alpha = N + mg \cos \alpha \quad m \frac{v^2}{R} = mg \cos \alpha = N$$

вертикаль, угол α между mg и радиусом R

$$N = \frac{mg \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{10000}{500} = 200$$



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.

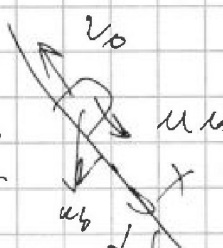
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№3

по условию видно, что v_0 направлена вверх



Ор. $m a_y = m g \sin \alpha + m g \cos \alpha$ - когда человек идет вверх

$m a_n = m g \sin \alpha - m g \cos \alpha$ - когда человек идет вниз

$$a_b + a_n = 2 g \sin \alpha \quad \sin \alpha = \frac{a_b + a_n}{2g}$$

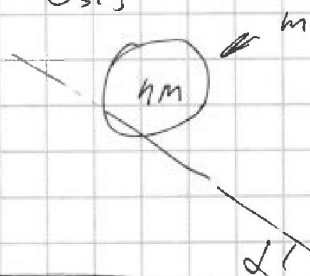
a_b и a_n известны или из эф. кинематического уравнения,

$$a_b = 6 \frac{m}{c^2} \quad a_n = 3 \frac{m}{c^2} \quad \left[\sin \alpha = \frac{9}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} \right]$$

т.к. v_0 направлена вверх относительно горы, то $\cos \alpha$ известен

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$

выходим уравнение: $a_b - a_n = 2 m g \cos \alpha$ $m = \frac{3 \cdot 20}{2 \cdot 10 \cdot \sqrt{319}} = \frac{3}{\sqrt{319}}$



т.к. сумма кинетической энергии равна нулю

$A_{F_{грав}} = 0$; $3 \cdot 2 (m + m) h g = \frac{(m + m) v^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$

или сделаемое $\frac{m v^2}{2}$ за счет энергии

$$v^2 = v^2 (2m + m) = 2 g h (m + m)$$

$$v^2 = 2 g h \frac{5m}{6m} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 5}{6} = \frac{100}{4} = 25$$

$$v = \sqrt{25} = 5 \frac{m}{c^2}$$

2) продифференцируем ЗЭ по времени

$$5 m g \frac{dh}{dt} = \frac{5m}{2} \cdot 2 v \dot{v} + m 2 v \dot{v}$$

т.к. производная $\frac{dh}{dt}$ - вертикальная скорость

$$\frac{dh}{dt} = v \sin \alpha$$

$$5 g \sqrt{\sin \alpha} = 5 \dot{v} + 2 v \dot{v}$$

$$\dot{v} = a = \frac{5 g \sin \alpha}{4} = \frac{5 \cdot 9}{20 \cdot 4} g = \frac{9}{4 \cdot 4} g = \frac{9}{28} g$$



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!

1) $V = \text{const}$ $Q = A_2 + \delta U$ используем J_1, J_2 —
идем по процессу и
температура

$-Q = A_2 + \delta U$

$U = \frac{5}{2} PV$ $PV = \nu RT$

$U = \frac{5}{2} \nu RT$ $\delta U = -\frac{5}{2} \nu R \Delta T_1$

$-Q = A_2 - \frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1$ (1)

$P = \text{const}$

$-Q = A_2 - \frac{5}{2} J_1 R \Delta T_2 - \frac{3}{2} J_2 R \Delta T_2$

$A_2 = -A_{\text{внеш}} \quad (2): Q = A_{\text{вн}} + \frac{5}{2} J_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} J_2 R \Delta T_2$

$A_{\text{вн}} = Q - \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} J_2 R + \frac{3}{2} J_2 R \right); \text{ из (1): } Q = \Delta T_1 \left(\frac{5}{2} J_1 R + \frac{3}{2} J_2 R \right)$

$A_{\text{вн}} = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \left(1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \left(1 - \frac{20}{29} \right)$

$\begin{array}{r} 2320 \\ \times 2 \\ \hline 4640 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4640 \mid 29 \\ 29 \\ \hline 124 \end{array} \quad A_{\text{вн}} = 2320 - 1600 = \boxed{720 \text{ Дж}}$

2) C_p $C = \frac{\delta Q}{\delta T}$ где $\delta Q = A_2 - \frac{5}{2} J_1 R \Delta T_2 - \frac{3}{2} J_2 R \Delta T_2$

$\frac{\delta Q}{(J_2 + J_1) \Delta T_2} = \frac{A_2}{(J_2 + J_1) \Delta T_2} - \frac{5}{2} \frac{J_1 R}{J_2 + J_1} - \frac{3}{2} \frac{J_2 R}{J_2 + J_1}$

(3): $-C_p = \frac{P(U_2 - U_1)}{(J_2 + J_1) \Delta T_2} - \frac{R}{J_2 + J_1} \left(\frac{5}{2} J_1 + \frac{3}{2} J_2 \right)$

Самостоятельно: $P_1 = (J_2 + J_1) R T$; где $\delta U = P \delta V + \frac{1}{2} P \delta V = (J_2 + J_1) R \delta T$

получаем, что $\frac{P \delta U}{(J_2 + J_1) \delta T} = R$



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!

$$C_P = \frac{1}{\Delta T} \quad Q = A_2 + \frac{5}{2} \gamma_a R \Delta T_2 - \frac{3}{2} \gamma_2 R \Delta T_2 / \Delta T_2$$

$$P_{OL} = (\gamma_2 + \gamma_a) R \Delta T_2 = A_2 - \text{из упр. 1 используем } C$$

$$(\gamma_2 + \gamma_a) R = \frac{A_2}{\Delta T_2} \quad \text{учтем, что } C_P = 0$$

$$-C_D = (\gamma_2 + \gamma_a) R - \frac{5}{2} \gamma_a R - \frac{3}{2} \gamma_2 R \quad P_{OL} = \gamma_a R T$$

$$C_D = \frac{3}{2} \gamma_a R + \frac{1}{2} \gamma_2 R, \quad \text{учтем, что } \gamma_2 + \gamma_a = \frac{A_2}{\Delta T_2 R} = \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R}$$

$$\text{получаем систему:} \quad Q = \left(\frac{5}{2} \gamma_a R + \frac{3}{2} \gamma_2 R \right) \Delta T_2$$

$$\gamma_2 + \gamma_a = \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R} \quad \text{и} \quad \frac{5}{2} \gamma_a + \frac{3}{2} \gamma_2 = \frac{Q}{\Delta T_1 R}$$

$$\text{выразим } \gamma_2 = \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R} - \gamma_a$$

$$\frac{5}{2} \gamma_a + \frac{3}{2} \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R} - \frac{3}{2} \gamma_a = \frac{Q}{\Delta T_1 R}$$

$$\gamma_a = \left(\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{3}{2} \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R} \right) \frac{1}{R}$$

$$\gamma_2 = \frac{A_{OL}}{\Delta T_2 R} - \frac{5}{2} \frac{Q}{\Delta T_1 R}$$

подставим!

$$\gamma_a = \frac{1}{R} \left(\frac{2 \cdot 320}{58} - \frac{3}{2} \frac{720}{40} \right) = \frac{1}{R} \left(\frac{640}{58} - \frac{270}{10} \right) = \frac{13}{R}$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{R} \left(\frac{720 \cdot 5}{40 \cdot 2} - \frac{3 \cdot 2 \cdot 320}{58} \right) = \frac{1}{R} (45 - 40) = \frac{5}{R}$$

$$\text{получаем } \frac{A_1}{A_2} = \frac{5}{13}; \quad C_P = \frac{3}{2} \cdot 13 + \frac{1}{2} \cdot 5 = 3 \cdot 6,5 + 2,5 = 13 + 6,5 + 2,5 = 22 \frac{\text{см}}{\text{к}}$$



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
1 из 1

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!

→ U, E , пусть E — напряженность поля между обкладками

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

1) $F = Eq$ $dx = \frac{U^2}{R} = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$

$f = \frac{q}{m} \rightarrow \frac{U^2}{R} = Eq$ $f = \frac{U^2 R}{Ed} = \frac{U^2}{4R}$

2) ЗСЭ:

~~$\frac{m v_0^2}{2} + P_1 = \frac{m v_1^2}{2} + P_2$ выберем ось прямои обкладок 0 потенциал, тогда $P_1 = -E(\frac{d}{2} - d) = \frac{5}{8} Edq$~~

~~$P_2 = -E(\frac{d}{2} - d) = \frac{Edq}{2}$~~

~~возмем в ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} + \frac{5}{8} Edq = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{Edq}{2}$~~

~~$m v_1^2 = m v_0^2 + \frac{5}{4} Edq - Edq$~~

~~$v_1^2 = v_0^2 + \frac{1}{4} d E f$~~

~~$v_1^2 = v_0^2 + \frac{1}{4} d \frac{U}{d} \frac{v_0^2}{R} = v_0^2 + v_0^2 \frac{d}{4R}$~~

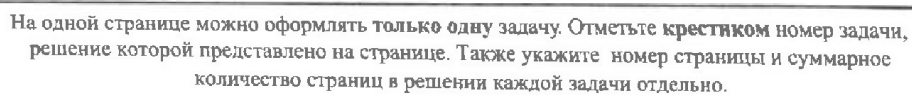
~~$v_1 = v_0 \left(1 + \frac{d}{4R}\right)$~~

ЗСЭ $\frac{m v_0^2}{2} + P_1 = \frac{m v_1^2}{2} + P_2$ $P_1 = Eq \cdot \frac{5}{8} d$ $P_2 = \frac{Eqd}{2}$

$m v_0^2 + \frac{5}{4} Edq = m v_1^2 + Edq$ $v_1^2 = v_0^2 + \frac{1}{4} Ed \frac{q}{m}$ $\frac{q}{m} = f$

$v_1^2 = v_0^2 + \frac{1}{4} Ed f = v_0^2 \frac{1 + U d v_0^2}{4R} = v_0^2 \left(1 + \frac{d}{4R}\right)$

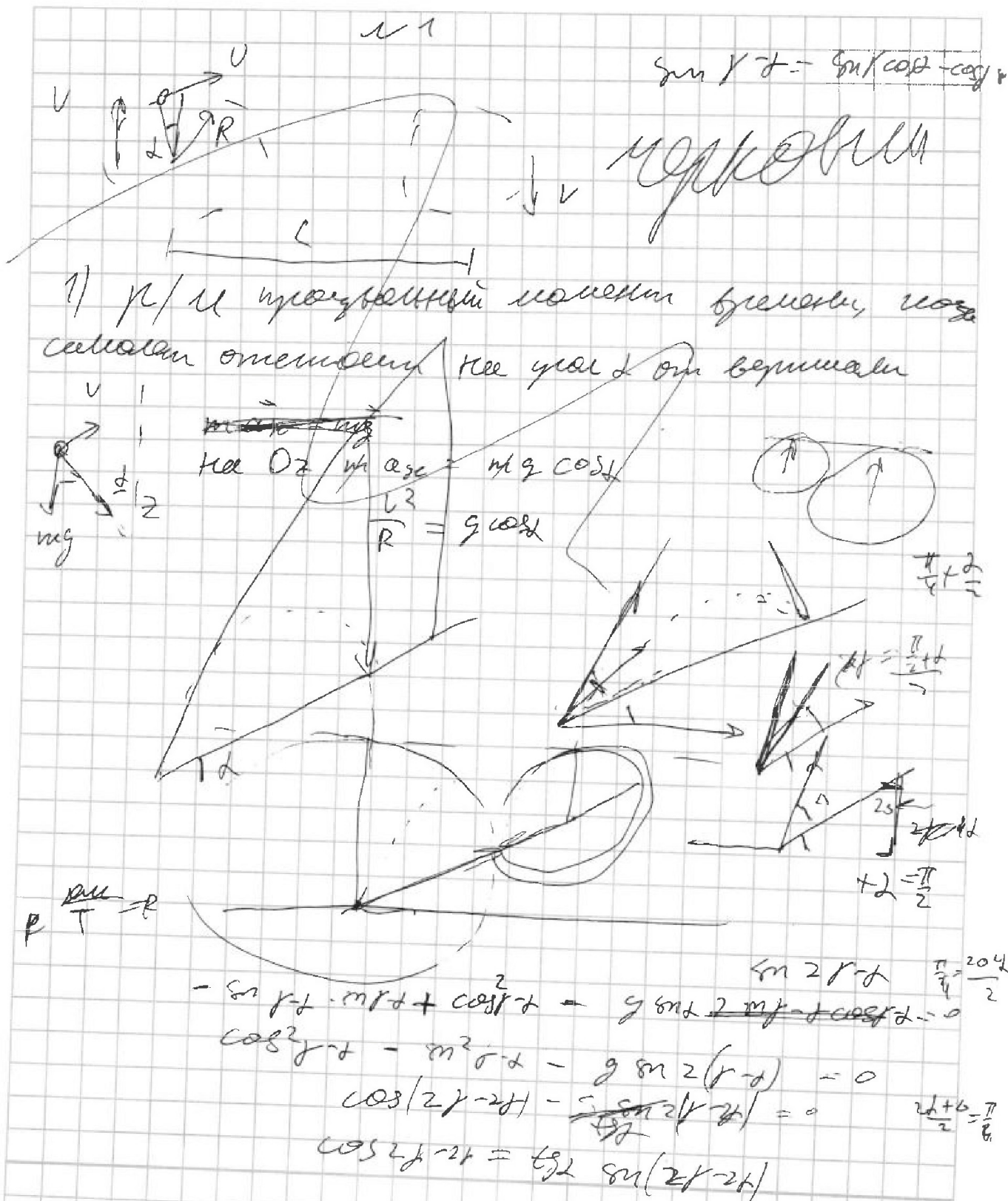
ответ: $v = v_0 \sqrt{1 + \frac{d}{4R}}$ $f = \frac{U^2 d}{4R}$



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 ☐

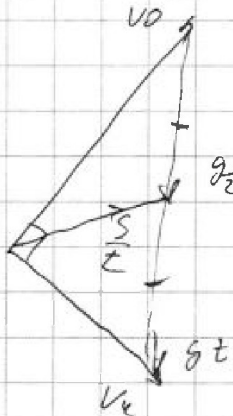
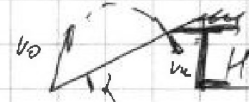
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

продолжение 12

найдем L :

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t; \quad S = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$$



т.к. S — макс, то $V_0 \perp V_x$ из 3с7
найдем, что $V_x = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$

получим, что $V_x = \sqrt{V_0^2 - 2gS \sin \alpha}$ т.к. $h = S \sin \alpha$

по теореме Пифагора найдем gt

$$g^2 t^2 = V_0^2 + V_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$gt = \sqrt{2V_0^2 - 2gS \sin \alpha} \quad \text{откуда} \quad t = \frac{\sqrt{2V_0^2 - 2gS \sin \alpha}}{g}$$

по 3с-вз применим $\frac{S}{t} = \frac{1}{2}gt$

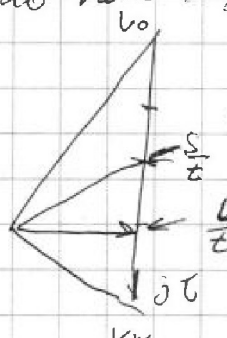
$$S = \frac{gt^2}{2} = \frac{g(2V_0^2 - 2gS \sin \alpha)}{2g^2}$$

$$S = \frac{V_0^2}{g} - S \sin \alpha \quad \text{откуда} \quad \sin \alpha = \frac{V_0^2 - S}{S} \quad \text{подставим}$$

Введем чисел $\frac{50 \cdot 50}{2 \cdot 10} - 100 = \frac{1}{4}$

Отвечая: $V_0 = \frac{50}{\sqrt{2}} \text{ м/с}$, $\sin \alpha = \frac{1}{4}$

примечание: почему $S \rightarrow$ макс когда $V_0 \perp V_x$. Покажем, что площадь параллелограмма (образованная S и скоростью V)



т.к. S — величина переменная, возьмем из него горизонтальную составляющую L .
Знайдем площадь Δ :

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} L \cdot gt = \frac{1}{2} gL$$

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} V_0 L \sin \alpha \quad \text{или мы видим,}$$

$L \rightarrow$ макс при фикс. между V_0 и V в Π плоск.



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!

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

м.ч. максимальное
с горизонтальной составляющей при $\beta = 45^\circ$

$\gamma_{\text{пл}} = 45^\circ$, то $t_{\text{лмр}} = T = \frac{2v_0 \sin \beta}{g}$ отсюда v_0

$= \frac{gT}{2 \sin \beta} = \frac{gt}{2} = \frac{50}{\sqrt{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ м.ч. $-v_0 \sin \beta = v_0 \sin \beta$

обозначим γ - угол между осью Ox и вектором скорости, Oy

$v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = 0$ — начало Oy

$v_0 \cos \beta t - \frac{gt^2}{2} = S$

отсюда $t = \frac{2v_0 \sin \beta t}{g \cos \beta}$

$\frac{2v_0^2 \cos \beta t \cdot \sin \beta t}{g \cos \beta} - \frac{gt^2 \cdot 2v_0^2 \sin^2 \beta t}{g \cos \beta} = S$

$\frac{2v_0^2}{g \cos \beta} (\cos \beta t \cdot \sin \beta t - \sin^2 \beta t) = S$

$S = \frac{2v_0^2 \sin \beta t \cos \beta t}{g \cos \beta} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta t}{g \cos \beta}$

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

каждый из них можно выразить через $\sin \beta t$ и $\cos \beta t$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ $S = \vec{v}_0 t + \frac{gt^2}{2}$

$v_{\text{лмр}}$



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
☐

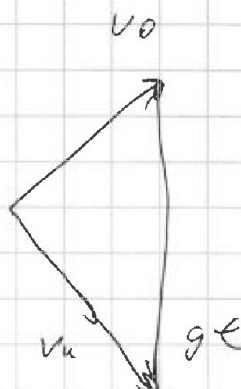
6
☒

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!

мзк





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!

4) Зона кинематика $\vec{v}$ проанализируем, когда

Итак $V_1 = V_{gr}$, где V_1 - момент скорости
 V_{gr} - ~~скорость~~ скорость от вращения Земли

это значит, что
т.к. в начале зоны
поисковая

$a_1 = \varepsilon R$, где ε - угл. ускорение,
 R - радиус Земли

ε найдем из уравнения $F_{gr} R = I \varepsilon$, где I - MR^2 -
момент инерции Земли F_{gr} - сила тяжести $= MN =$
 $M g \cos \alpha (m + nm)$

$M 5m g \cos \alpha R = MR^2 \cdot \varepsilon$ найдем ε

$M 5 \cdot g \cdot \frac{\sqrt{3}g}{20} = \varepsilon R$ найдем ε и перейдем к следующей

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon R 4}{9 \sqrt{3}g}, \quad \varepsilon R = a_1 = \frac{g}{28} g$$

$$\mu = \frac{9 \cdot 4}{28 \sqrt{3}g} = \frac{9}{7 \sqrt{3}g} \text{ и больше, т.е. при лотках}$$

будут прокатываться ~~будут~~ ~~прокатываться~~
вниз ~~затем~~

$$\text{ответ: } \mu > \frac{9}{7 \sqrt{3}g}, \quad a = \frac{g}{28} g, \quad v = 5 \text{ м/с}, \quad m = \frac{9}{20}$$



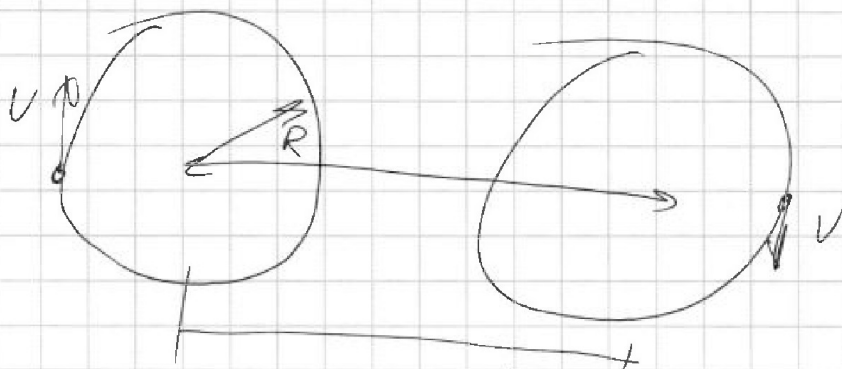
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1)



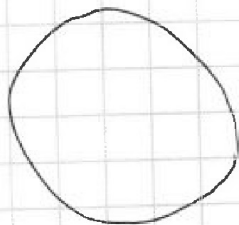
используя действующую на тело с силой N приравняем силу центростремительной к силе тяжести.

$N_{\text{max}} = \frac{mv^2}{R}$, $N_{\text{II}} = mg$ и не забываем

$$N = \sqrt{\frac{m^2 v^4}{R^2} + m^2 g^2} = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} \quad \text{умножим}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{100000000}{500 \cdot 500 + 100}}}{10} =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{100000 \times 100}{25}}}{10} = \frac{\sqrt{400 \times 100}}{10} = \frac{500}{10} = 50$$





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.

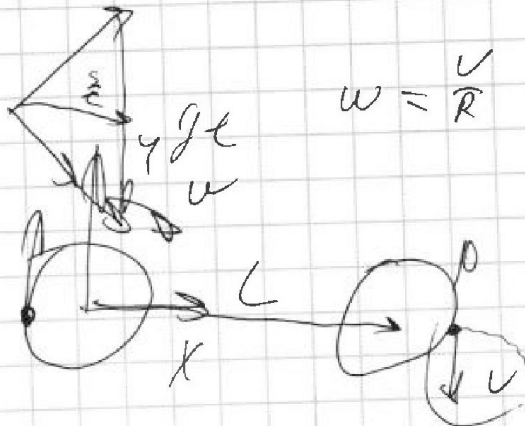
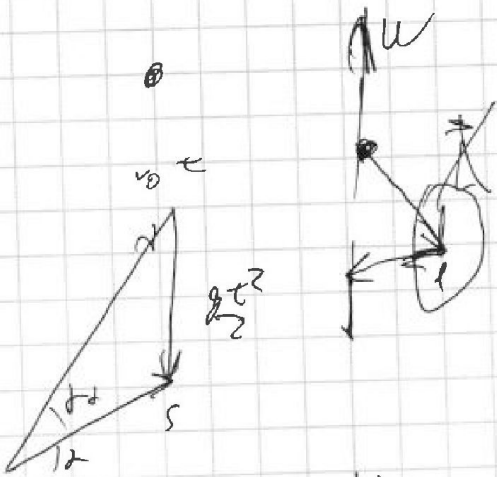
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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!

Черновик

$$V = V_c + V_{\text{огн}} + (w' / w)_{\text{огн}}$$



$$w = \frac{V}{R}$$

$$V = 0 + V_{\text{огн}} + wL$$

$$V_{\text{огн}} = V - \frac{V_c}{R}$$

$$s = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot t$$

$$\frac{1}{2} s \cos^2 \alpha = v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot t$$

$$L_{\text{огн}} = \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot v_0 \sin^2 \alpha}{g}$$

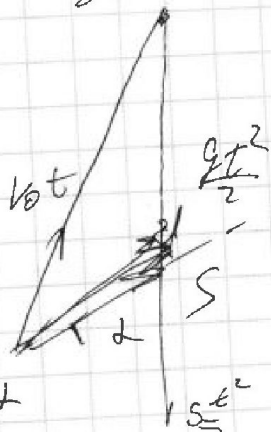
$$\frac{2 v_0^2}{g} = L_{\text{огн}}$$

$$v_0 = \sqrt{g L}$$

$$L_{\text{огн}} = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot t = \frac{g t^2}{2}$$

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



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

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

Черновик