



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

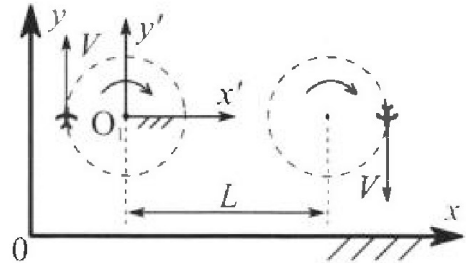
Вариант 10-04

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.

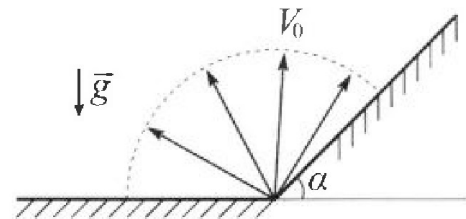
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты окажутся 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.

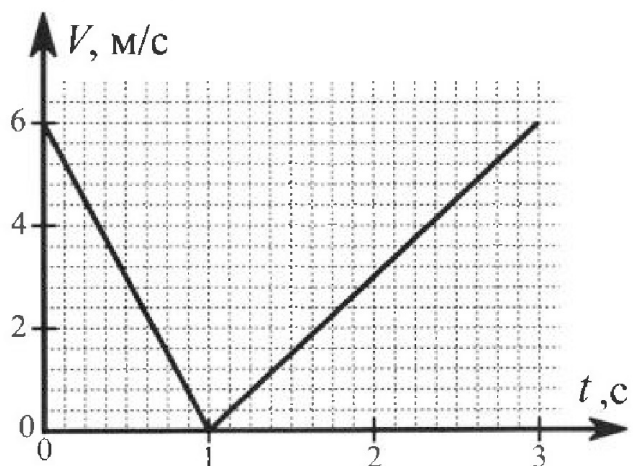


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

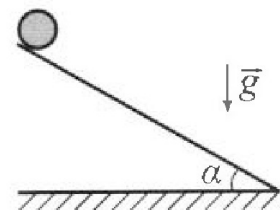
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².

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?





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 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?



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.



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!

$$L = 1250 \text{ м}$$

$$V = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$N/mg$$

N1

На высоте действует $a_{\text{ц.с.}} = \frac{V^2}{R}$
 $F = m a_{\text{ц.с.}} = m \frac{V^2}{R}$; — это будет
 центр. сил. N ; верт
 ост. уравновешивает mg .
 поэтому $N = m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\left(\frac{V^2}{Rg}\right)^2 + 1} = \sqrt{1 + \left(\frac{100^2}{500 \cdot 10}\right)^2} = \sqrt{1 + \frac{10000}{50000}} = \sqrt{1.2} = 1.1$$

2. По пути в ~~эту~~ эта система отсчета
 движется с угловой скоростью ω
 $\omega = \frac{V}{R}$ Тогда к скорости правого самолета
 добавляется скорость $\omega(L+R)$,
 поэтому от расстояния от O_1 до O_2 это
 $L+R$. и направление скорости $\perp$ радиус вектору,
 против скорости V .

$$\begin{array}{c} \uparrow (L+R)\omega \\ L+R \\ O_1 \text{---} \text{---} \downarrow V \end{array} \quad ; (L+R)\omega = (L+R)\frac{V}{R} = \frac{L}{R}V + V$$

Тогда результирующая скорость направлена против
 V и равна $\frac{L}{R}V = 100 \cdot \frac{1250}{500} = 250 \text{ м/с}$ Ответ: 1.1 ; 250 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.



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!

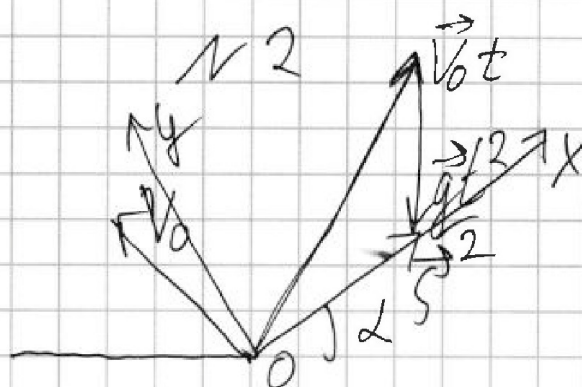
$$T = 5\text{с}$$

$$S = 100\text{м}$$

$$g = 10\text{м/с}^2$$

$$V_0 = ?$$

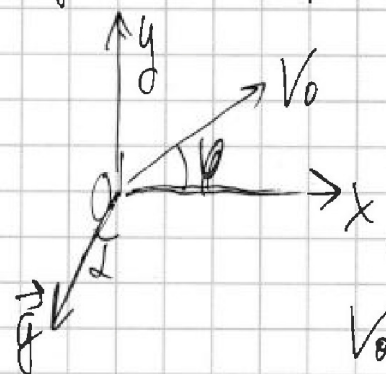
$$t = ?$$



поша расчет падает на горизонт
то максимальное значение
достигается при угле с горизонталью $= 45^\circ$

$$\text{тогда } T = \frac{2V_0 \sin 45^\circ}{g} \quad V_0 = \frac{gT}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10\text{м/с}^2 \cdot 5\text{с}}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2}\text{м/с}$$

во втором случае: $S = V_0 t + \frac{g t^2}{2}$. Введём ДСК
хочу кинет на рис. $\vec{g}$ перпендикулярно кин на рис.



V_0 под углом φ к Ox
 S это значение по Ox .

$$Ox: V_0 \cos \varphi t + \frac{g t^2}{2} = S$$

$$V_0 \cos \varphi t - \frac{g \sin^2 t}{2} = S$$

$$Oy: V_0 \sin \varphi - g \cos^2 t = 0$$

$$\frac{2V_0 \sin \varphi}{g \cos^2} = t, \quad S = \frac{V_0 \cos \varphi \cdot 2V_0 \sin \varphi}{g \cos^2} - \frac{g \sin^2}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2 \varphi}{g^2 \cos^2} = S$$



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!

$$S = \frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} \sin\varphi \cos\varphi - \frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} \sin^2\varphi. \sin^2\varphi = \max$$

$$\frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} (\cos^2\varphi \sin\varphi \cos\varphi - \sin^2\varphi \sin^2\varphi) = \max$$

$$\frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} \sin\varphi (\cos^2\varphi \cos\varphi - \sin^2\varphi \sin\varphi) =$$

$$= \frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} \sin\varphi \cos(2\varphi) = \max = \frac{2V_0^2}{g\cos^2 L} \left(\sin\left(2\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \right) = \max - \text{достигается при } \sin(2\varphi + \frac{\pi}{2}) =$$

$$= \max = 1; \text{ при } \varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{L}{2}, \text{ т.е. } 2\varphi + \frac{\pi}{2} = 90^\circ.$$

Поскольку $\varphi + L < 90^\circ$, и тело точно упадет на наклонную плоскость.

$$S = \frac{V_0^2}{g\cos^2 L} (1 - \sin 2L); \quad \frac{2M}{100M} = \frac{5 \cdot 2}{210M} \cdot \frac{2M^2}{c^2} \frac{1 - \sin 2L}{\cos^2 L}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{1 - \sin 2L}{1 - \sin^2 L} = \frac{1 - \sin 2L}{(1 - \sin L)(1 + \sin L)}; \quad 1 - \sin L \neq 0, \text{ т.к.}$$

$$L \neq \frac{\pi}{2}; \quad \frac{4}{5} = \frac{1}{1 + \sin L} = \frac{4}{4 + 4\sin L}; \quad \sqrt{5} = 4 + 4\sin L$$

$$\sin L = \frac{1}{4}$$

$$\text{Отв.: } V_0 = 2\sqrt{5} M c$$

$$\sin L = \arcsin \frac{1}{4}$$



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.

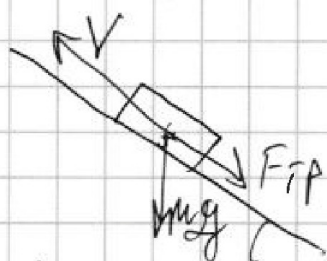
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

№3

1. Дано что если тело останавливалось, как это видно из графика, то оно движется вверх сначала, а потом под действием $F_{тр}$ и F_g ускоряется и снова останавливается. График состоит из 2х кусков прямых



по котор. наклона можно найти ускорение.

первый к-т. наклона

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = -\frac{6 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = F_{тр} + mg \sin \alpha$$

$$\text{второй} - \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} =$$

$$= 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad m \cdot 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = F_{тр} + mg \sin \alpha$$

$m \cdot 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = -F_{тр} + mg \sin \alpha$ (V имеет направление, и-за того $F_{тр}$ имеет знак)

$$m \cdot 9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 2 F_{тр} \sin \alpha; \quad \sin \alpha = \frac{9}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20}$$

2. Т.к. бочка катится без проскальзывания,

$A_{тр} = 0$. Тогда работает 3CF: Δ

$$E_{п1} = Mgh; \quad E_{к1} = 0; \quad E_{п2} = 0; \quad E_{к2} =$$



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!

по Т. Кёнигса $E_k = E_{г.м.} + E_{в.с.о.г.м.}$ Центр масс движется со скоростью V , в Е.О.

г.м. $E = \frac{J \omega^2}{2}$; масса бочки m , + вращ-ем

по J будем считать отн. осм, проходящей через центр масс. // касательной плоскости

$$J_{бочки} = m R^2; J_{оси} = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} m R^2$$

$$J = \frac{3}{2} m R^2; E_{г.м.} = \frac{5}{2} m V^2$$

$$E_k = \frac{5}{2} m V^2 + \frac{3}{2} m R^2 \cdot \frac{V^2}{R^2} = 4 m V^2 = 5 m g h$$

$$V = \sqrt{\frac{5 m g h}{4 m}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10 \cdot 1,5}{4}} = \frac{\sqrt{75}}{2} \frac{m}{c^2}; \quad V = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{m}{c^2}}$$

3. Возьмём ось O , проходящую как на рис // плоскости вращения

$$m g R \sin \alpha = J \beta = J \cdot \frac{a}{R}, \quad m g R^2 \sin \alpha = J a$$

отн. этой осм почитаем по Т. Штейнера, т.к. ось параллельна прошлой осм.

$$J = \frac{3}{2} m R^2 + 5 m \cdot R^2$$

$$J = 8 m R^2; \quad \frac{m g R^2 \sin \alpha}{8 m R^2} = \frac{5 \cdot 9,8 \cdot 1,5}{8} = a$$

$$a = \frac{45}{16} \frac{m}{c^2}$$

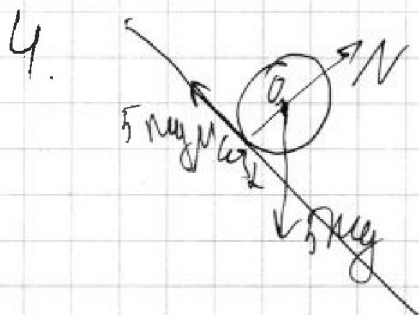


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



б) граничной случай

$$F_{\text{тр}} = Mg \mu \quad N \mu$$

$$N = 5mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = 5mg \cos \alpha \mu$$

вращающий момент отн. ц. м.

упирается только $F_{\text{тр}}$, момент остальных сил $\text{and} = 0$; $5mg \mu \cos \alpha \cdot R = M = J \beta$

$$\beta = \frac{a}{R}; \quad a = \frac{5}{8} \cdot g \sin \alpha; \quad \beta = \frac{5}{8} \frac{g \sin \alpha}{R}$$

$$5mg \mu \cos \alpha \cdot R = \frac{5}{8} \frac{g \sin \alpha}{R} \cdot 3MR^2$$

$$\mu \cos \alpha = \frac{27}{160}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{400 - 81}}{20} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$

$$\frac{27}{160} \cdot \frac{20}{\sqrt{319}}$$

$$\frac{27 \cdot 20}{160 \sqrt{319}}$$

$$\mu \cdot \frac{\sqrt{29}}{20} = \frac{27}{160}$$

$$\mu = \frac{27}{8\sqrt{29}}$$

Ответ: 1. $\frac{1}{20}$; 2. $\frac{5}{2} \sqrt{5} \frac{m}{c}$

3. $\frac{45}{16} \frac{m}{c}$; 4. $\frac{27}{8\sqrt{29}}$



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!

МЧ

$Q = 2320 \text{ Дж}$ | в изохор-процессе: $-Q = \Delta U + A_{\text{нашпили}}$
 $|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$ | $A = 0$; т.к. $\Delta V = 0$; $-Q = \Delta U$
 $|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$ | $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$; пусть ν_1 - кол-во
 А-? | темпа ($i=3$), ν_2 - кол-во степеней
 C_p -? | ($i=5$)
 $\frac{N_1}{N_2}$ -? | $\Delta U = \frac{3}{2} \nu_1 R \cdot (-\Delta T_1) + \frac{5}{2} \nu_2 R (-\Delta T_1) =$
 N_2 | $= -Q$
 $\frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 = Q$

для изобары: аналогично $-Q = \Delta U + A$
 $\Delta U = -\frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 - \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 = -\Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_1 R + \frac{5}{2} \nu_2 R \right)$
 $= -\Delta T_2 Q \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$; $A = Q \left(\frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1} \right)$ - работа газа

$A_{\text{нашпили}} = -2320 \text{ Дж} \cdot \left(\frac{40 - 58}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{18}{58} = 720 \text{ Дж}$ $\frac{1160}{58} = 20$

$A_{\text{нашпили}} = 720 \text{ Дж}$

$C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = -\frac{Q}{-\Delta T_2} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}}$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1 \cdot N_A}{N_2 \cdot N_A} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$; $\frac{2Q}{\Delta T_1 R} = 3\nu_1 + 5\nu_2$



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 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!

$$\frac{2Q}{R\Delta T_1} = \frac{2 \cdot \frac{40}{2920} \text{ Дж}}{8,37 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 58 \text{ К}} = \frac{80}{8,37 R} \text{ моль} = 3V_1 + 5V_2$$

с газовой стороны $A_{\text{газа}} = 710 \text{ Дж}$ $P\Delta V = \gamma R\Delta T$ $\gamma = 1,4$

$$P\Delta V = \gamma R\Delta T; \quad A_{\text{газа}} = -V_1 R\Delta T_2 - V_2 R\Delta T_2$$

$$\frac{710 \text{ Дж}}{8,37 R} = V_1 + V_2$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 80/R \\ 3V_1 + 5V_2 = 80/R \end{cases} = 3(V_1 + V_2) + 2V_2 = 80/R$$

$$\frac{710}{R} + 2V_2 = \frac{80}{R}; \quad 2V_2 = \frac{26}{R}; \quad V_2 = \frac{13}{R}$$

$$V_1 = \frac{5}{R}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{5}{13}$$

Ответ: 1) 720 Дж
2) 58 Дж/К
3) $5/13$



1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

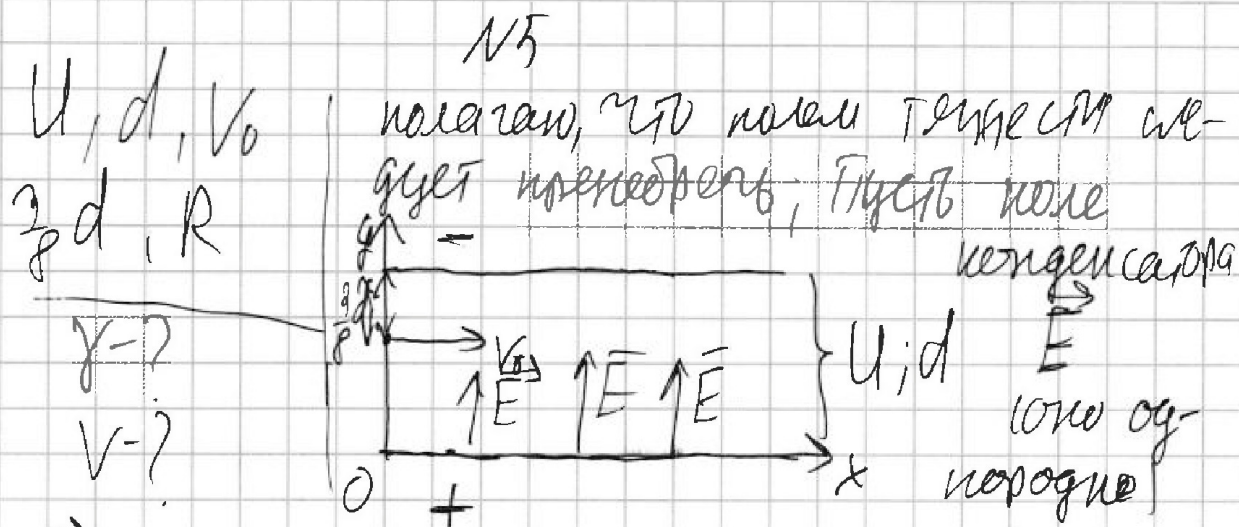
5
☒

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!



$\vec{E}$ направлено от $+$ к $-$. на частицу действует сила Eq . т.к. $q < 0$, то Eq действует вниз. Введём ДСК. хой как на рш.

$\vec{E}$ постоянно, значит сила F постоянна, т.к. поле однородно, то E - постоянно, значит сила F постоянна.

$ma = F$; $a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = E|\gamma|$

γ будем брать по модулю, т.к. $\gamma < 0$.

Также известно, что $Ed = \Delta\varphi = U$ - разность потенциалов. $E = U/d$. $a = E|\gamma| = U|\gamma|/d$

Путь в сегмент времени Δt траектория аппроксимирована окружностью. Тогда

а.с. = $\frac{v^2}{R} = \frac{V_0^2}{R}$. а.с. = $a = \frac{U|\gamma|}{d}$, т.к. $a \perp V_0$



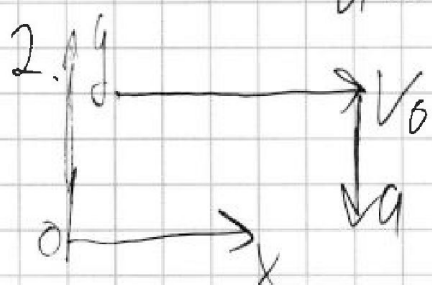
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$\frac{U|x|}{d} = \frac{V_0^2}{R}; \quad |x| = \frac{V_0^2 d}{UR}$$

$$x = -\frac{V_0^2 d}{UR}, \text{ т.к. } q < 0$$



расстояние от начала координат до точки падения равно $\frac{d}{2}$, но y не равно $\frac{1}{2}d$; $\frac{1}{2}d = at^2$; $at^2 = \frac{d}{2}$

$$t = \sqrt{\frac{d}{2a}}; \quad V_y = at = \sqrt{\frac{da}{2}} = \frac{\sqrt{ad}}{2}$$

$$= \frac{V_0^2 d}{2UR} = \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{d}{R}}; \quad \text{Тогда } V = \sqrt{V_0^2 + V_y^2} =$$

$$= \sqrt{V_0^2 + \frac{V_0^2 d}{4R^2}} = V_0 \sqrt{\frac{4R^2 + d}{4R^2}} = \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{4R^2 + d}{R}}$$

$$\text{Ответ: } x = -\frac{V_0^2 d}{UR}$$

$$V = \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{4R^2 + d}{R}}$$

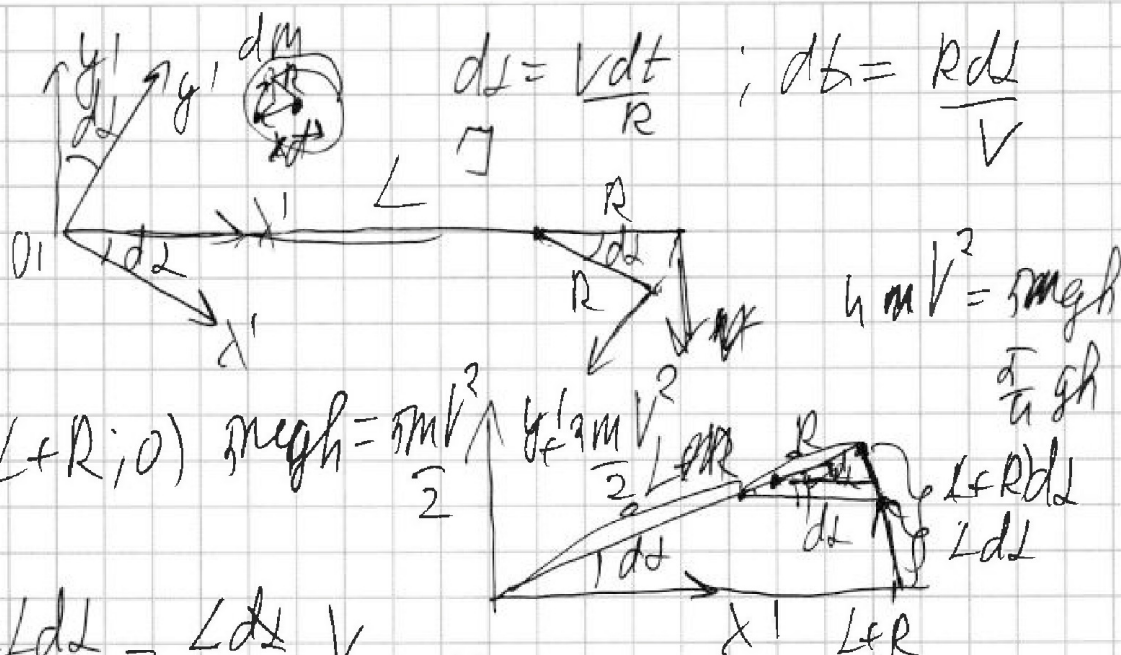


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{dL}{dt} \frac{dL}{dt} = \frac{L}{R} \frac{dL}{dt} V$$

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

$$\frac{V}{R} (L+R) - V$$

$$\frac{V L}{R}$$

$$\frac{m R^4}{2 r^2}$$

$$\frac{m R^2}{2}$$

$$E_k = E_{g.m} + E_{c.o.g.m.}$$

$$2 \pi R dR \sigma = dm$$

$$\int_0^R 2 \pi R^3 dR \sigma$$

$$\sigma = \frac{m}{\pi R^2}$$

$$\int \vec{r} \cdot \vec{r} dm = \int r^2 dm = \int r^2 dm = \int r^2 dm$$



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!

$$\text{neg } \sin 2 = \frac{9}{20} \text{ neg}$$

$$G = \frac{1}{8} \cdot \frac{9}{20} \quad g = \frac{9}{32} g$$

$$\frac{9 \text{ neg}}{20} - \text{neg } \mu = \mu \cdot \frac{9}{20} \quad \frac{1}{8}$$

$$\frac{9}{20} \cdot \frac{9}{8} = \frac{27}{160}$$

$$\text{neg } \mu$$

$$3 \text{ m } R \cdot \frac{9}{32} \cdot \frac{9}{8} = \text{neg}$$

$$5 \text{ neg } \mu \quad 5 \text{ neg } \sin 2 - 5 \text{ neg } \mu = 5 \mu \cdot \frac{9}{32} g$$

$$\frac{9}{20} - \frac{9}{32} = \mu$$

$$\text{neg } \mu R = 3 \text{ m } R \cdot \frac{9}{32} \cdot \frac{9}{8}$$

$$\mu = \frac{27}{160}$$

$$2920 \text{ m} = \frac{1}{2} V_1 R \sqrt{1} + \frac{1}{2} V_2 R \sqrt{1} = 40 \frac{24}{R}$$

$$\frac{1}{2} V_1 R + \frac{1}{2} V_2 R = 58 \frac{24}{R}$$

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}$$

$$18 = (V_1 + V_2) R$$