



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

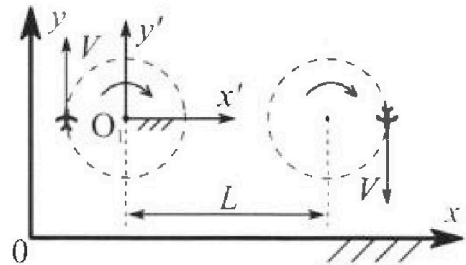
Вариант 10-04



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 $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R=500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

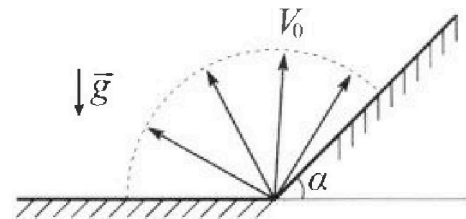
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты окажутся на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. 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} .

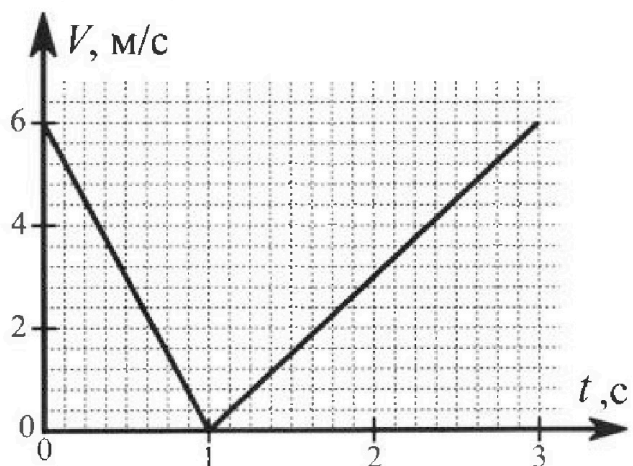
2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5 \text{ с}$, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

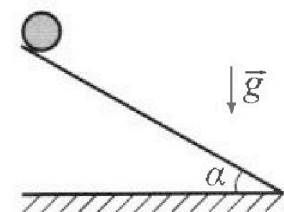
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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 $h=1,5 \text{ м}$?
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 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.

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!

$$L = 125 \text{ м}$$

$$V = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$N/mg$$

N1

На высоте действует аэродинамическая сила $F = \frac{V^2}{R}$

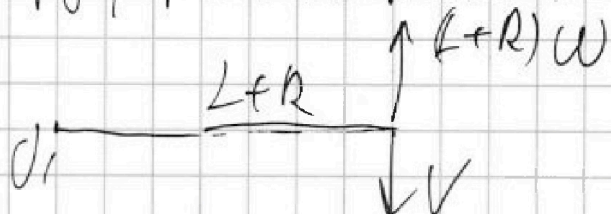
$$F = m a_{г.с.} = m \frac{V^2}{R}; \quad - \text{ это будет}$$

потенциал соотв. силе N ; ветр вет. уравновешивает mg .

$$\text{потому } N = m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\left(\frac{V^2}{Rg}\right)^2 + 1} = \sqrt{1 + \left(\frac{100^2}{500 \cdot 10}\right)^2} = \sqrt{1 + \frac{10000}{50000}} = \sqrt{5}$$

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



$$(L+R)\omega = (L+R)\frac{V}{R} = \frac{L}{R}V + V$$

Тогда результирующая скорость направлена против V и равна $\frac{L}{R}V = 100 \cdot \frac{1250}{500} = 250 \text{ м/с}$ Ответ: $\sqrt{5}$; 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.

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!

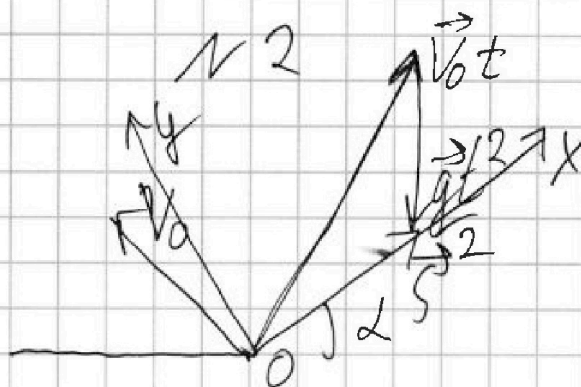
$$T = 5 \text{ с}$$

$$S = 100 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V_0 = ?$$

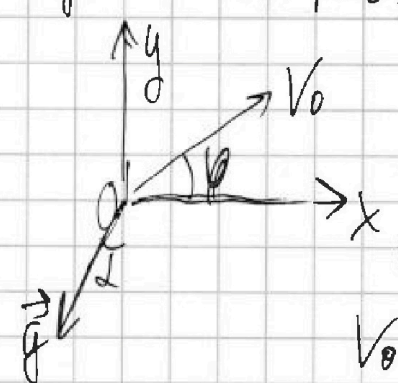
$$t = ?$$



пошагово векторы падают на горизонталь
то максимальное и минимальное
достигается при угле с горизонталью $= 45^\circ$

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

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 расстояние по Ox .

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

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

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

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

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.



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!

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

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

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

$$= \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha \cos(\alpha + \varphi) = \max = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\sin \left(2\varphi + \frac{\alpha}{2} \right) + \right.$$

$$\left. + \sin \left(-\frac{\alpha}{2} \right) \right) = \max - \text{достигается при } \sin(2\varphi + \frac{\alpha}{2}) =$$

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

Тогда $\varphi + \frac{\alpha}{2} < 90^\circ$, и тело точно упадет на горизонтальную плоскость.

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha); \quad \frac{24}{100} \text{ м} = \frac{5 \cdot 2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \cdot \frac{2 \text{ м}^2}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

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

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

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

$$\text{Отв. } V_0 = 2\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$$



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.

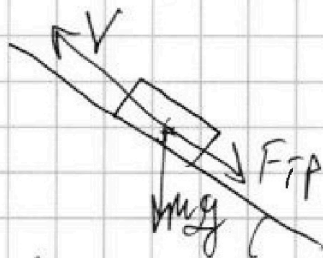
1 2 3 4 5 6 7

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 остановилось, как это видно из графика, то оно движется вверх сначала, а потом под действием F_{TP} и F_T возвращается и снова движется. График состоит из 2х кусочков прямых



по кот.р. наклона можно найти ускорение.

первый кот.р. наклона

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

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = F = F_{TP} + mg \sin \alpha; \text{ второй } - \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} =$$

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

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

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

2. Т.к. бочка катится без проскальзывания,

$A_{TP} = 0$. Тогда работает ЗСЭ: ΔE

$$E_{n1} = Mgh; \quad E_{k1} = 0; \quad E_{n2} = 0; \quad E_{k2} =$$



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. Кеннеса $E_k = E_{y.m.} + E_{в.о.г.м.}$ Центр масс движется со скоростью V , в Е.О.

у.м. $E = \frac{J\omega^2}{2}$; масса бочки m , + вода-им

~~то~~ J бочки считать отн. осн, проходящей через центр масс. // вертикальной плоскости

$$J_{бочки} = mR^2; J_{воды} = \alpha^2 mR^2 = 2mR^2$$

$$J = 3mR^2; E_{y.m.} = 5m \frac{V^2}{2}$$

$$E_k = 5m \frac{V^2}{2} + 3mR^2 \cdot \frac{V^2}{R^2} = 4mV^2 = 5mgh$$

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

3. Возьмем ось O , проходящую как на рис // плоскости вращения момента:

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

J отн. этой осн почитаем по т. Штейнера, т.к. осн параллельна другой осн.

$$J = 3mR^2 + 5m \cdot R^2 \quad \text{расстояние между осями}$$

$$J = 8mR^2; \quad \frac{5mgR^2 \sin \alpha}{8mR^2} = \frac{5 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 1,5}{8 \cdot 2000} = a$$

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

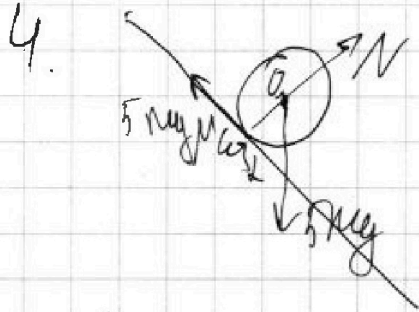


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



в) граничной случай

$$F_{тр} = mg \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = mg \cos \alpha \mu$$

вращающий момент от н. ц. м.

упирается только $F_{тр}$, момент от веса $M_{от \text{ веса}} = 0$; $mg \mu \cos \alpha \cdot R = M = J \beta$

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

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

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

~~$$\frac{27}{160} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$~~

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

$$m \cdot \frac{\sqrt{29}}{20} = \frac{27}{160} \cdot 8$$

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

Ответ: 1. $\frac{9}{20}$; 2. $\frac{5}{2} \sqrt{5} \frac{m}{l}$

3. $\frac{45}{16} \frac{m}{l}$; 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

(I закон термодинамики)

$$Q = 2920 \text{ Дж} \quad \left| \begin{array}{l} \text{в изохор-процессе: } -Q = \Delta U + A_{\text{нашили}} \\ A = 0; \text{ т.к. } \Delta V = 0; -Q = \Delta U \\ \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T; \text{ пусть } \nu_1 - \text{ кол-во} \\ \text{степеней (i=3), } \nu_2 - \text{ кол-во степеней} \\ \text{(i=5)} \\ \Delta U = \frac{3}{2} \nu_1 R \cdot (-\Delta T_1) + \frac{5}{2} \nu_2 R (-\Delta T_1) = \\ = -Q \\ \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 = Q \end{array} \right.$$

$\Delta T_1 = 58 \text{ K}$
 $|\Delta T_2| = 40 \text{ K}$

 $A = ?$
 $C_p = ?$
 $\frac{\nu_1}{\nu_2} = ?$
 $\nu_1 = ?$
 $\nu_2 = ?$

для изобары: аналогично $-Q = \Delta U + A$

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

$$= -\Delta T_2 Q; \quad A = Q \left(\frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1} \right) \text{ - работа газа}$$

$$A_{\text{наши}} = -2920 \text{ Дж} \left(\frac{40 - 58}{58} \right) = \frac{2920 \cdot 18}{58} = 910 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{наши}} = 720 \text{ Дж}$$

$$C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = -\frac{Q}{-\Delta T_2} = \frac{2920 \text{ Дж}}{40 \text{ K}} = 73 \frac{\text{ Дж}}{\text{ K}}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_1 \nu_4}{\nu_2 \nu_4} = \frac{\nu_1}{\nu_2}; \quad \frac{2Q}{\Delta T_1 R} = 3\nu_1 + 5\nu_2$$

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!

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

с каждой стороны $A_{\text{созд}} = 720 \text{ Дж} \cdot \text{К} \cdot R = \text{const}$

$$Q \Delta V = V R \Delta T_1; \quad A_{\text{созд}} = -V_1 R \Delta T_2 - V_2 R \Delta T_2$$

$$\frac{720 \text{ Дж}}{8,37 \text{ Дж} \cdot \text{К} \cdot R} = V_1 + V_2$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 18/R \\ 3V_1 + 5V_2 = \frac{80}{R} = 3(V_1 + V_2) + 2V_2 = \frac{80}{R} \end{cases}$$

$$\frac{5V_2}{R} + 2V_2 = \frac{80}{R}; \quad 2V_2 = \frac{26}{R}; \quad V_2 = \frac{13}{R}$$

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

Ответ: 1) 720 Дж
2) 58 Дж/К
3) 5/13

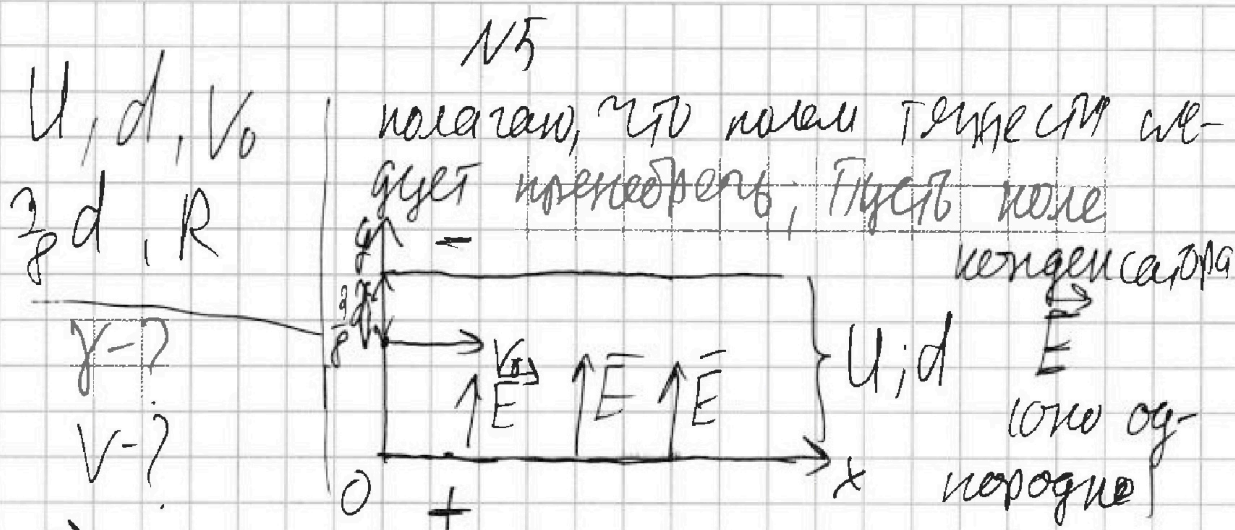


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

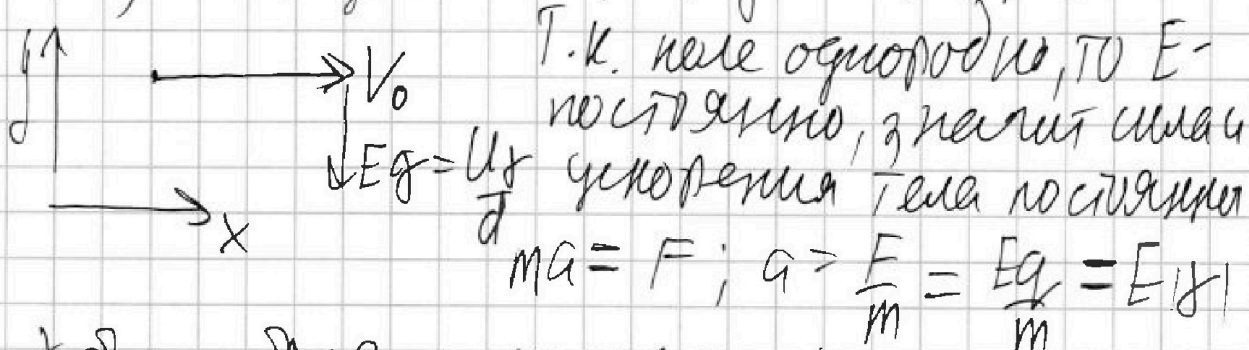
1 2 3 4 5 6 7

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{E} направлено от $+$ к $-$, на частицу действует
сила $F = Eq$. Т.к. $q < 0$, то F действует
вниз. Введём ДСК. ось как на рис.



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

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

Пусть в некоторый момент времени t траекто-
рия аппроксимирована окружностью. Тогда
 $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} = \frac{V_0^2}{R}$. $a_{ц.с.} = a = \frac{U|\gamma|}{d}$, т.к. $a \perp V_0$



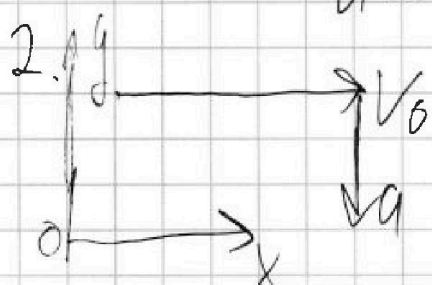
1 2 3 4 5 6 7

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!

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

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



расстояние от центра сферы
от $-\frac{V_0^2 d}{UR}$, а центр сферы
на $\frac{d}{2}$; но y она

составляет на $\frac{1}{2}d$; $\frac{1}{2}d = at^2$; $at^2 = \frac{d}{2}$

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

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

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

Ответ: $y = -\frac{V_0^2 d}{UR}$

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

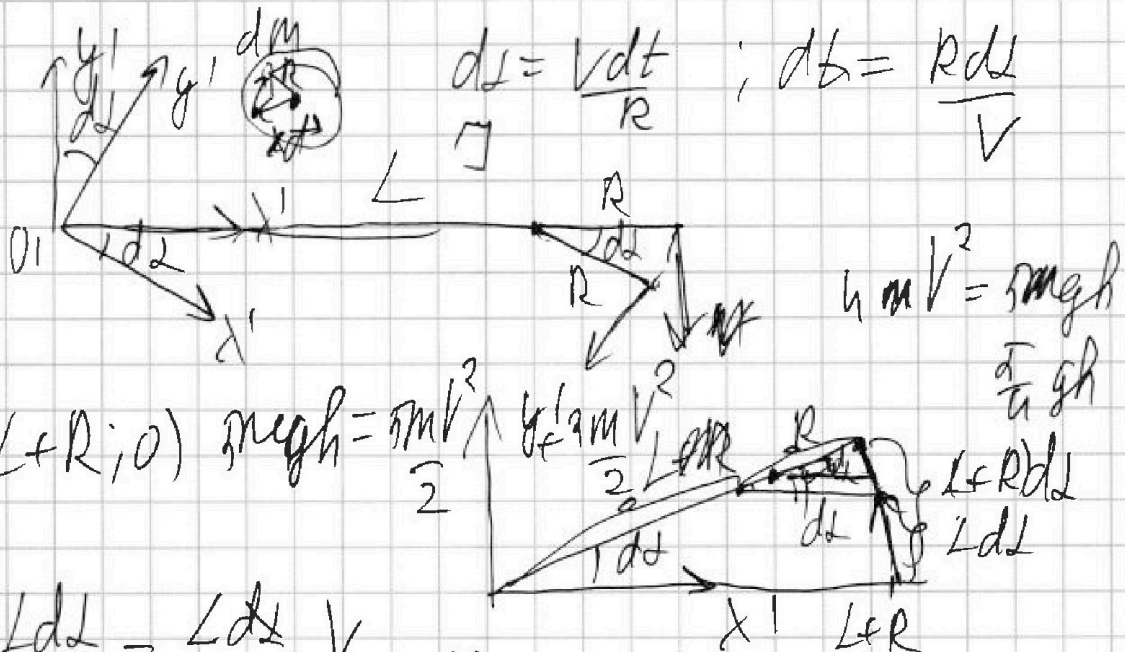


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

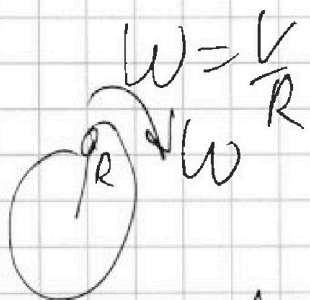


$$\frac{ds}{dt} \frac{dl}{dt} = \frac{L dl}{R dt} v$$

$$\frac{L v}{R}$$

$$\int dm R^2$$

$$W(L+R)$$

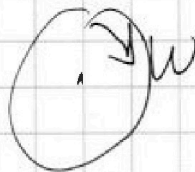


$$W = \frac{v}{R}$$

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

$$\frac{v L}{R}$$

$$\frac{1}{2} W^2$$



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

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

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

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

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

$$\int (\vec{r} - R)^2 dm = \int r^2 dm + \int R^2 dm - \int 2 R r dm$$

$md^2 e^2$



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

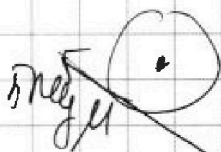
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\text{neg } \sin \alpha = \frac{9}{20} \text{ neg } \quad g = \frac{F}{8} \cdot \frac{9}{20} \quad g = \frac{9}{32} g$$

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

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

~~$$3mR \cdot \frac{9}{32} \frac{9}{8} = \text{neg}$$~~



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

~~$$g \left(\frac{9}{8} \cdot \frac{9}{20} - \frac{9}{32} \right) = \mu$$~~

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

~~$$5 \text{ neg } \mu R = 3mR \cdot \frac{9}{32} \frac{9}{8}$$~~

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

~~$$292 \text{ D} \mu = \frac{9}{2} V_1 R \mu + \frac{9}{2} V_2 R \mu = 40 \frac{24}{R}$$~~

~~$$\frac{9}{2} V_1 R + \frac{9}{2} V_2 R = 58 \frac{24}{R}$$~~

~~$$\frac{9}{2} \frac{17}{2} + \frac{9}{2} \frac{15}{2}$$~~

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