



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-06

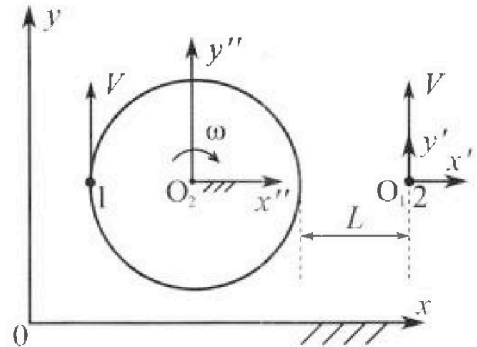


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Два школьника опытным путем изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с круговой частотой $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдают друг за другом. В лабораторной системе отсчета скорости школьников одинаковы по модулю и равны $V = 3 \text{ м/с}$. Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. На сколько δ процентов вес второго школьника меньше веса первого школьника?

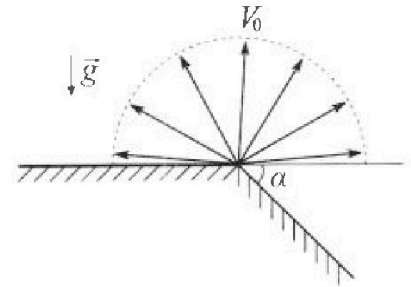
Указание: считайте, что $(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x$ при $x \ll 1$.



В неко торый момент времени школьники оказались на прямой, проходящей через центр карусели, (см. рис.), в этот момент второй школьник находится на расстоянии $L=9 \text{ м}$ от края карусели. Вектор скорости \vec{V} каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_1 первого школьника в подвижной системе отсчета $x'O_1y'$, связанной со вторым школьником. Система отсчета $x'O_1y'$ движется поступательно относительно лабораторной системы xOy .
3. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_2 второго школьника во вращающейся системе отсчета $x''O_2y''$, связанной с первым школьником. Точка O_2 – начало вращающейся системы отсчета. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U}_2 .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее удаление от поверхности склона осколка, упавшего на склон, $H = 48 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите модуль S перемещения за время полета упавшего на склон осколка, наибольшее удаление которого от поверхности склона за время полета $H = 48 \text{ м}$.
3. На каком максимальном расстоянии S_{MAX} от точки старта один из осколков упадет на склон?

3. В процессе сжатия одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Внешние силы совершают работу $A = \frac{5}{27} U_0$, здесь $U_0 = 5,4 \text{ кДж}$ внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

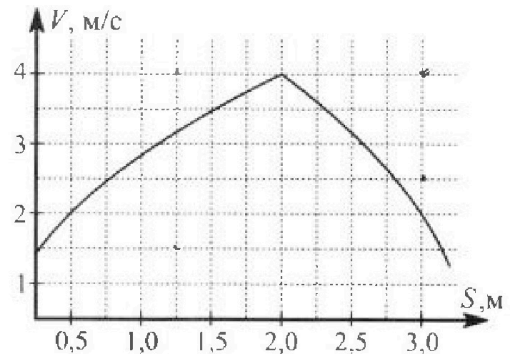
1. Во сколько n раз уменьшается давление газа в процессе сжатия?
2. Какое количество Q теплоты отведено от газа в процессе сжатия?

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-06

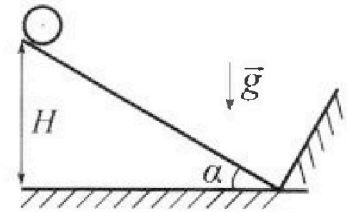
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу, которая приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Движение шайбы до и после соударения с гладкой стенкой, находящейся у основания наклонной плоскости, происходит вдоль одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче.



1. Найдите ускорение a , с которым шайба движется в процессе разгона.

Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. Перед абсолютно упругим соударением с гладкой стенкой центр обруча движется со скоростью $V = 4$ м/с.



2. Найдите вертикальное перемещение H центра обруча за время движения от старта до столкновения с гладкой стенкой.
3. Через какое время T после столкновения с гладкой стенкой центр обруча будет находиться на максимальной высоте?

В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении $\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$. Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости равны. Радиус обруча $R \ll H$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью $S = 0,5$ м², по которой однородно распределен заряд $Q = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл, закреплен шарик, заряд которого $q = -3,54 \cdot 10^{-9}$ Кл. Масса пластины $M = 4$ кг, масса шарика $m = 12$ г. Расстояние d от шарика до пластины таково, что $d \ll 0,7$ м.

1. Найдите кулоновскую силу F_1 , с которой заряд шарика действует на заряд пластины.
2. Найдите гравитационную силу F_2 , с которой шарик действует на пластину.

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг². Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).



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!

П.е по сути второй именованной убеждает от дальной точки
со скоростью $\sigma + \omega(r-l)$, а $-\sigma$ вращается со $-\sigma$ по z , т.е.
вд. $x^2 + y^2$ плоскости со скоростью σ вдоль оси z , ω вращает
 V_2 направлена вдоль оси z , т.е. же куда и скорости именованной
6 / со.

Ответ: $\delta = 4,3\%$; $V_1 = 0 \frac{м}{с}$; $V_2 = 12 \frac{м}{с}$ и направлена ~~вд. оси~~
туда же и скорости вращательных движений в Λ со, т.е.
вд. оси z .



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!

Если это вес второго шкотовика $P_2 = mg$, а первого составляет m_3 вертикальной проекции $P_{10} = P_2 = mg$, а тангенс m_3 -за центробежной силой и горизонтальной проекции $P_{12} = m\omega^2 r$; где m - масса шкотовика, а r - радиус кривизны. ω - скорость первого шкотовика $v = \omega r$, то $r = \frac{v}{\omega}$, т.е. полный вес первого шкотовика:

$$P_1 = \sqrt{P_{10}^2 + P_{12}^2} = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \omega^4 \frac{v^2}{\omega^2}} = m \sqrt{g^2 + \omega^2 v^2}$$

$$P_1 = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\omega v}{g}\right)^2}$$

$$\text{т.е. } \left(\frac{\omega v}{g}\right)^2 = \left(\frac{1 \cdot 3}{10}\right)^2 = 0,09 < 1, \text{ то } P_1 = \dots$$

$$P_1 = mg \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\omega v}{g}\right)^2\right) = mg \left(1 + \frac{1}{2} \cdot 0,09\right) = mg (1 + 0,045)$$

т.е. вес второго шкотовика меньше веса первого на:

$$\delta = \frac{P_1 - P_2}{P_1} = \frac{0,045}{1,045} = \frac{45}{1045} = \frac{9}{209} \approx 0,043 = 4,3\%$$

т.е. система отсчета второго шкотовика движется с v вдоль оси y , и ее скорость, то $U_1 = v - v = 0$. А т.к. система

отсчета первого шкотовика движется с v вдоль оси y , то

движется по касательной окружности, то скорость второго шкотовика в данной системе отсчета равна:

$$U_2 = v + \omega(r+L) - v = \omega \left(\frac{v}{\omega} + L\right) = v + \omega L = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

компонента $\omega(r+L)$ возникает из-за того, что в сдвиге $x''_{O_2 y''}$ в

точке O , движется со скоростью $\omega(r+L)$ вдоль оси y



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!

$$100 \text{ см}^2 - 100 \text{ см}^2 \cdot \frac{1}{10} = 90$$

Дискриминант квадратного уравнения равен:

$$D = 100^2 - 4 \cdot 100 \cdot 9 = 100(100 - 36) = 102 \cdot 8^2 = 64^2$$

$$\text{см}^2 = \frac{100 \pm 80}{2 \cdot 100} = \frac{10 \pm 8}{2 \cdot 10} = \frac{5 \pm 4}{10}$$

т.к. $\text{см}^2 = \frac{9}{10} \rightarrow \text{см}^2 = \frac{3}{5}$ и $\text{см}^2 = \frac{1}{10} \rightarrow \text{см}^2 = \frac{1}{10}$; корни

когда $\text{см}^2 < 0$ не рассматриваем, так как $0 < \beta \leq 90^\circ$ (рассмотрим не отрицательные корни):

$$S_1 = \frac{2\omega^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\cos \alpha \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} + \sin \alpha \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \right) \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{2\omega^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \left(\frac{3}{5\sqrt{10}} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \right) \cdot \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$S_1 = \frac{2 \cdot 24^2}{10 \cdot \frac{9}{25}} \cdot \frac{15}{5\sqrt{10}} \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{2 \cdot 24^2 \cdot 15}{10 \cdot 9} \cdot \frac{3 \cdot 3}{10} = \frac{25 \cdot 2 \cdot 24^2}{102} = \frac{50 \cdot 24^2}{100}$$

$$S_1 = \frac{24^2}{2} = \frac{576}{2} = 288 \text{ см.}$$

Теперь рассмотрим второй корень $\text{см}^2 = \frac{1}{10}$:

$$S_2 = \frac{2\omega^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\cos \alpha \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} + \sin \alpha \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{2 \cdot 24^2}{10 \cdot \frac{9}{25}} \cdot \left(\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$S_2 = \frac{50 \cdot 24^2}{109} \cdot \frac{13}{510} = \frac{24^2 \cdot 13}{10 \cdot 9} = 24^2 \cdot 0,1444 \dots < 24^2 \cdot 0,5$$

т.к. $S_2 < S_1$, и в итоге $S_{\max} = S_1 = 288 \text{ см.}$

Ответ: $v_0 = 24 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S = 64 \text{ см.}$; $S_{\max} = 288 \text{ см.}$



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 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!

11.2. Найти модуль полного перемещения тела за время α :

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = S_x = 64 \text{ см.}$$

11.6. Время полета произвольного осколка, который упадет на

землю: $t = \frac{w_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$, но ~~нужно~~ рассмотреть и ~~какой~~ ^{угол}

~~не~~ ~~гравитация~~ ~~осколка~~ от момента разрыва ракеты:

$$S = v_0 \cos \beta \cdot \frac{w_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{w_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}}{2}$$

$$S = \frac{w_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} + \frac{w_0^2 \sin^2 \beta \cdot \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{w_0^2 \sin \beta (\cos \beta \cos \alpha + \sin \beta \sin \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S(\beta) = \frac{w_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \beta \cos \alpha + \sin \beta \sin \alpha)$$

Розв'язуємо прохідну функцію $S(\beta)$ і прирівнюємо її к нулю,

тогда мы найдем при каком угле $\beta \leq 90^\circ$ у нас S будет максим.

Итак:

$$S'(\beta) = \frac{w_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \beta (\cos \alpha - \sin \beta) + 2 \sin \beta \cos \beta \sin \alpha) = 0$$

$$\frac{3}{2} (\cos \beta - \sin \beta) + 2 \sin \beta \cos \beta \cdot \frac{1}{2} = 0$$

$$3(1 - 2 \sin \beta) + 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$2 \sin \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 3(2 \sin \beta - 1)$$

$$64 \sin \beta - 64 \sin^2 \beta = 2(4 \sin \beta - 4 \sin^2 \beta - 1)$$

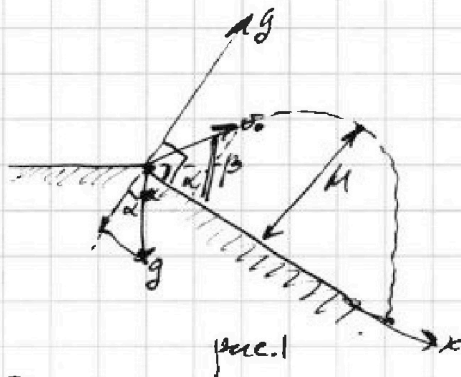


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{4}$$

Перейдем в систему координат склона (см. рис.). Тогда ускорения $g_x = g \sin \alpha$; $g_y = g \cos \alpha$, m — масса любого фрагмента от поверхности склона:

$$N = 0,5 m v_0^2 \cdot \frac{0,5 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} = \frac{g \cos \alpha \cdot 0,5^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos \alpha}$$

$$N = \frac{0,5^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos \alpha}$$

Возьмем $\sin \beta \rightarrow \max$ при $\sin \beta \rightarrow \max$, т.е. $\sin \beta = 1$ и $\beta = 90^\circ$,

а макс.:

$$N = \frac{0,5^2}{2 g \cos \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{2 g N \max} = \sqrt{20 \cdot 48 \cdot 0,6} = \sqrt{4 \cdot 3 \cdot 48} = \sqrt{4 \cdot 3 \cdot 16 \cdot 3} = 2 \cdot 3 \cdot 4$$

$$v_0 = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Если $\sin \beta$ — перпендикулярная скорость осколка по оси y : $\delta y = 0$, а по оси x :

$$\delta x = \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{0,5^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} = \frac{0,5^2 \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha} = \frac{0,5^2}{2 g} \cdot \frac{0,8}{0,6^2} = \frac{24^2}{20} \cdot \frac{4}{25}$$

$$\delta x = \frac{24 \cdot 24}{5} \cdot \frac{1 \cdot 8}{9} = \frac{24^2}{9} = 64 \text{ м.}$$



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

~~Полагая $\rho \propto \sqrt{T}$, то:~~ Тогда, м.к $\rho \propto \sqrt{T}$, то:

$$m = \frac{\rho}{\rho_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} = \frac{3}{2} = 1.5$$

А м.к $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 3 A^1 = -3 A$, то по первому закону термодинамики:

укажем:

$$Q' = -A + \Delta U = -4 A$$

т.к. было оговорено направление $Q = Q' = -4 A$;

$$Q = 4 \cdot \frac{5}{27} U_0 = \frac{20}{27} \cdot 5400 = 200 \cdot 20 = 4000 \text{ Дж} = 4 \text{ кДж}$$

Ответ: $m = 1.5$; $Q = 4 \text{ кДж}$.



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!

Пусть за малое время Δt пролетают N столкновений ~~с~~ частиц газа с площадью S массой m_0 и средней квадратичной скоростью \Rightarrow ср. \vec{v} к ним. Столкновения происходят лишь если из трех компонент скорости v_x, v_y, v_z а то $v_x = v_y = v_z = \frac{v_{ср}}{\sqrt{3}}$ (так $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$). Тогда сила с которой газ давит на площадь:

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{Nm_0 \cdot (v_x - (-v_x))}{\Delta t} = \frac{Nm_0}{\Delta t} \cdot 2v_x$$

$$F = \frac{Nm_0}{\Delta t} \cdot \frac{2v_{ср}}{\sqrt{3}}$$

А давление на которую фиксированная площадь S будет

равно:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{Nm_0}{S \Delta t} \cdot v_{ср}$$

как видно все зависит от $v_{ср}$, так как $\frac{N}{S \Delta t}$ не меняется в процессе эксперимента. А так:

$$\frac{m_0 v_{ср}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$$

$$v_{ср} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

kT — средняя температура газа, то $p \propto \sqrt{T}$, или $p \propto \sqrt{T}$.

~~Значит~~ $T \propto p^2$ по уравнению Менделеева — Клапейрона $pV = \nu RT$, то

$$V \cdot \alpha \sqrt{T} = \nu RT$$

$$V = \frac{\nu R}{\alpha} \sqrt{T}$$

$$\sqrt{T} = \frac{\alpha V}{\nu R}$$

кон-б. имеет 2021.



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 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!

Утечка энергии радиона $dA = \alpha eV$:

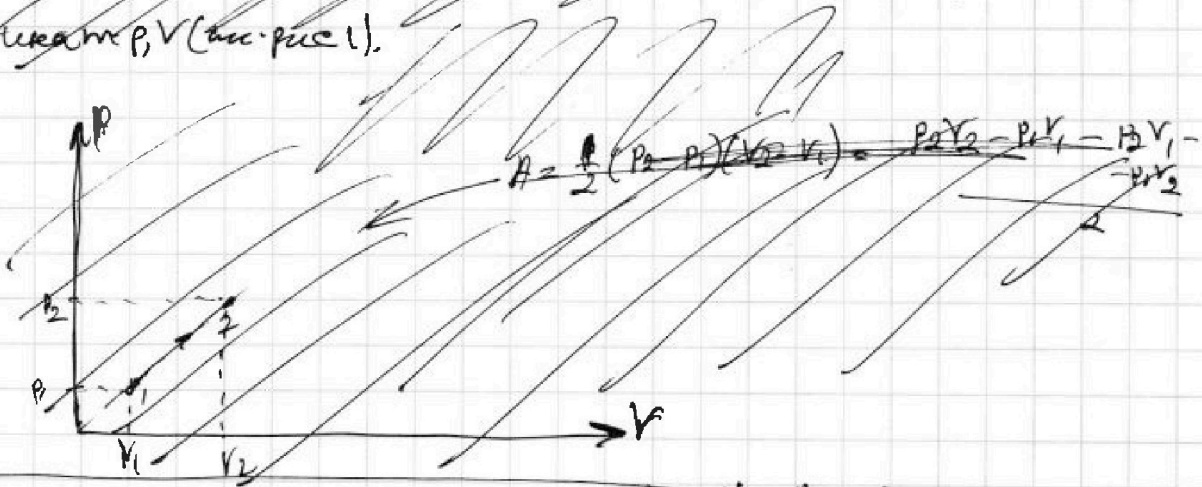
$$dA = \alpha V T dV = \alpha \cdot \frac{dV}{dT} eV = \frac{\alpha^2}{2R} V dV$$

$$\int_0^{A'} dA = \int_{v_1}^{v_2} \frac{\alpha^2}{2R} V dV$$

$$A' = \frac{\alpha^2}{2R} \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} = \frac{\alpha^2 v_2^2 - \alpha^2 v_1^2}{2 \cdot 2R} = \frac{\alpha^2 \cdot \frac{v_2^2}{2} \cdot T_2 - \alpha^2 \cdot \frac{v_1^2}{2} \cdot T_1}{2R}$$

$$A' = \frac{2R(T_2 - T_1)}{2} = \frac{R(T_2 - T_1)}{1}, \text{ где } T_2 \text{ и } T_1 - \text{температуры в } 1 \text{ и } 2 \text{ точках соответственно}$$

как известно, зависимость спектра радиона от частоты, то есть от скорости движения тела и температуры тела, можно координатно представить в виде рис. 1.



Утечка $A = \frac{5}{27} U_0 \approx \frac{5}{27} v T$, где A - радиона loss:

$$\frac{2R(T_2 - T_1)}{2} = \frac{5vT_1}{27} \cdot \frac{5}{2}$$

$$27(T_2 - T_1) = 10T_1 \quad T_2 - T_1 = \frac{5T_1}{9}$$

$$9T_2 - 9T_1 = 5T_1$$

$$T_2 = \frac{4}{9} T_1$$

Аналогично:

$$m = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{4}{9}$$



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!

Если тело за время dt , шайба пройдет путь $dS = v dt$, где

v — скорость шайбы в данный момент времени, а также $dv = a dt$,

$$\text{т.е. } dt = \frac{dv}{a}$$

$$dS = v \cdot \frac{dv}{a}$$

$$\frac{a}{v} = \frac{dv}{dS}$$

В начальной точке, когда $S = 0$, $v = 1,5 \frac{m}{c}$, когда $\left(\frac{dv}{dS}\right)_0 = \frac{4-1,5}{1} = 2,5 \frac{m}{c^2}$,

тогда $a = \left(\frac{dv}{dS}\right)_0 \cdot 1,5 = 2,5 = 3,75 \frac{m}{c^2}$. Если тело $a = g \sin \alpha$ — значит,

а после сложившей шайбы (включая время скольжения) — a'

$$a' = v \left(\frac{dv}{dS}\right)' = 4 \cdot \frac{4-1,5}{1} = 4 \cdot 1,5 = 6 \frac{m}{c^2}$$

Тогда $a' = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$, т.е. $a' - a = \mu g \cos \alpha$:

$$\mu g \cos \alpha = \frac{a' - a}{2} = \frac{2,25}{2} = 1,125 \frac{m}{c^2}$$

Значит $\mu = \frac{1,125}{g \cos \alpha}$ — ~~тогда~~ $\mu = \frac{1,125}{10}$ — так же как и $\mu = \frac{1,125}{10}$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{m(\omega R)^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2$$

$$h = \frac{v^2}{g} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ м.}$$

где m — масса шайбы.

Ответ: $a = 3,75 \frac{m}{c^2}$; $\mu = 0,1125$.



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!

Так $d \ll \sqrt{S}$, то пластинку можно представить в виде бесконечной плоскости с поверхностной плотностью зарядов ~~$\sigma = \frac{Q}{S}$~~ $\sigma = \frac{q}{S}$. Тогда

пластинка эквивалентна полю $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$, тогда сила

взаимодействия (электрического) зарядов и пластины будет:

$$F_1 = Eq_2 = \frac{q_1 q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \cdot 3,54 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 0,5 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Н.}$$

Так как постоянная диэлектрика $\kappa = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon}$, то $F_2 = \frac{q_1 q_2}{\epsilon_0 \epsilon S}$, тогда

по аналогии для диэлектрического взаимодействия $F_2 = \frac{q_1 q_2 \epsilon_0 \kappa}{S}$,

где $\epsilon_0 \kappa = \frac{\epsilon}{S}$ - поверхностная диэлектрическая проницаемость пластины, т.е.:

$$F_2 = \frac{q_1 q_2 \epsilon \kappa}{S} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 4 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 10^{-14} \text{ Н}$$

$$F_2 = 20,4438 \cdot 152 \cdot 10^{-14} = 3925,286 \cdot 10^{-14} = 3,9 \cdot 10^{-12} \text{ Н.}$$

Ответ: $F_1 = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$; $F_2 = 3,9 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$.



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!



$$F_0 = \frac{G m a h_i}{r^2 a^2}$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ + 1,5 \\ \hline 2,5 \\ \hline 5,75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \overline{) 9} \\ 54 \\ \hline 26 \\ - 20 \\ \hline 60 \\ - 60 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$F_{yi} = \frac{G m a h_i}{r^2 a^2} \cdot \frac{d}{\sqrt{r^2 a^2}} = \frac{G m a h_i d}{(r^2 a^2)^{3/2}}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 30 \\ \hline 54 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$F_{yi} = \frac{G m d \cdot \sigma \cdot \pi r a^2}{(r^2 a^2)^{3/2}} = G m d \cdot \sigma \cdot \frac{\pi a^2}{(r^2 a^2)^{3/2}}$$

$$\begin{array}{r} 2700 \\ \hline 5400 \end{array}$$

$$z = r^2 a^2$$

$$dz = 2 r a^2 dr = 0$$

$$dz = \frac{2 r a^2}{g \sigma \pi} \cdot \text{imp dy} (\alpha - \beta)$$

$$r a^2 = \frac{dz}{2}$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ + 1,5 \\ \hline 2,5 \\ \hline 5,75 \end{array}$$

$$dF_y = G m d \sigma \int_{z_0}^{z_1} \frac{dz}{z^{3/2}} = G m d \sigma \cdot \left(-\frac{2}{z^{1/2}} \right) \Big|_{z_0}^{z_1}$$

$$F_y = \frac{2 G m d \sigma}{z^{1/2} - z_0^{1/2}} = \frac{-2 G m d \sigma}{\frac{1}{\sqrt{z_0}} + \frac{1}{d}} = 2 G m d \sigma$$

$$dF_y = \frac{G m \sigma \pi r a^2 \sigma}{r^2 a^2} \cdot \frac{d}{\sqrt{r^2 a^2}} = \frac{2 G m \sigma^2 \pi a^2}{(r^2 a^2)^{3/2}}$$

$$z = r^2 a^2$$

$$dz = 2 r a^2 dr = 0$$

$$\int \frac{dz}{z^{3/2}} = \frac{-2}{\sqrt{z}}$$

$$dF_y = \frac{2 G m d \sigma \cdot \frac{dz}{2}}{z^{3/2}} = G m d \sigma \cdot \frac{dz}{z^{3/2}}$$



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!

$$\begin{array}{r} \times 8,00 \\ 3,54 \\ \hline 28,3200 \end{array}$$

$$\frac{28,32 \cdot 10^{-16}}{8,85 \cdot 10^{-12}} = \frac{28,32}{8,85} \cdot 10^{-6} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

~~28,32~~

$$\begin{array}{r} 9 \overline{) 0,049} \\ \underline{-90} \\ 826 \\ \underline{-640} \\ 186 \\ \underline{-180} \\ 60 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2832 \overline{) 885} \\ \underline{-2832} \\ 1770 \\ \underline{-1770} \\ 0 \end{array}$$

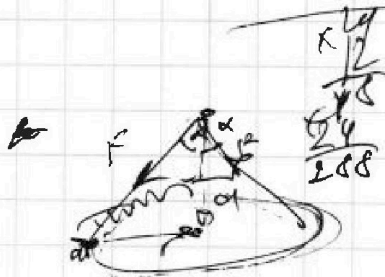
$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 12 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,67 \\ 3,14 \\ \hline 2868 \\ 667 \\ \hline 2001 \end{array}$$

$$\times 20,4438$$

$$\begin{array}{r} \times 265 \\ 3 \\ \hline 2655 \\ 2655 \\ \hline 5310 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,0000 \\ 20,4438 \\ \hline 15360000 \\ 40887600 \\ 80775200 \\ 161550400 \\ 323100800 \\ \hline 3840000 \end{array}$$



$z = \text{rad}$
 $z = (\text{rad})^2$
 $dz = \frac{2}{2} (\text{rad})^{1/2} \cdot \text{rad}$

$$F = \frac{4\pi r^2 h}{r^2 h^2}$$

$$F = \frac{4\pi r^2 h}{r^2 h^2} \cdot \frac{d}{\sqrt{r^2 + h^2}} = \frac{4\pi d r^2 h}{(r^2 + h^2)^{3/2}}$$

$$F_{zi} = \frac{4\pi d \cdot \text{rad} \cdot \text{rad}}{(r^2 + \text{rad}^2)^{3/2}} = 4\pi d \cdot \text{rad} \cdot \frac{\text{rad}}{(r^2 + \text{rad}^2)^{3/2}} = 4\pi d \cdot \text{rad}^2 \cdot \frac{1}{r^2 + \text{rad}^2}$$

$$F_{zi} = 4\pi d \cdot \text{rad}^2 \left(-\frac{2}{\sqrt{r^2 + \text{rad}^2}} + \frac{2}{\sqrt{r^2 + \text{rad}^2}} \right) \Big|_{\text{rad}^2} = \frac{4\pi d \cdot \text{rad}^2}{r^2 + \text{rad}^2} = 4\pi d \cdot \text{rad}^2$$

$$\begin{array}{r} 13 \overline{) 50} \\ \underline{-39} \\ 110 \\ \underline{-104} \\ 60 \\ \underline{-52} \\ 80 \end{array}$$