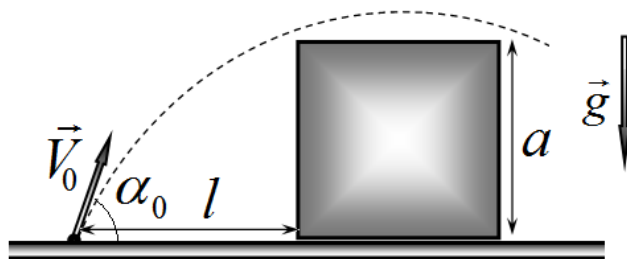




X Открытая Студенческая Олимпиада по Физике

Задача 1.

На горизонтальной поверхности земли находится куб со стороной a . С какой минимальной скоростью V_0 необходимо бросить камень, чтобы перебросить его через куб? Точка бросания находится на поверхности земли, расстояние от точки бросания до стенки куба l и угол α_0 , под которым следует бросать камень, можно выбирать произвольно. Определите также значения параметров l и α_0 при бросании с минимальной скоростью. Сопротивление воздуха не учитывать.



Задача 2.

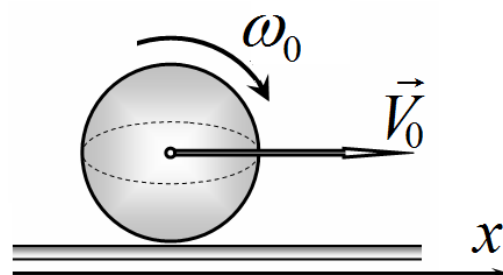
В данной задаче рассматривается одна из моделей движения и столкновения шаров, движущихся по горизонтальной поверхности.

В задаче используются следующие приближения:

1. Шары являются одинаковыми, сплошными и однородными. Радиусы шаров равны R .
2. Во всех случаях движение шаров является прямолинейным, удары – центральные.
3. При движении шара по горизонтальной поверхности с проскальзыванием на него действует небольшая сила трения скольжения. Трением качения можно пренебречь.
4. Столкновения шаров являются упругими, без потерь механической энергии.
5. Шары являются достаточно гладкими, трение скольжение незначительно, время столкновения мало, поэтому за время удара можно пренебречь изменением угловой скорости вращения шаров.

Часть 1. Качение с проскальзыванием.

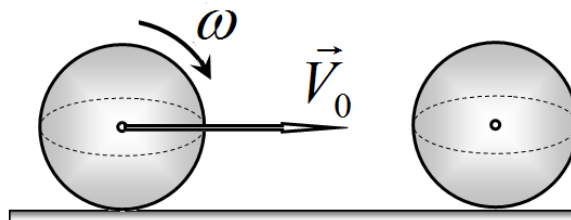
Шар катится прямолинейно по горизонтальной поверхности вдоль оси Ox . В некоторый момент времени скорость шара равна \vec{V}_0 , а угловая скорость вращения ω_0 , причем ось вращения горизонтальна и перпендикулярна вектору скорости шара.



- 1.1 При каком соотношении между линейной V_0 и угловой ω_0 скоростями шара его качение будет происходить без проскальзывания?
- 1.2 Пусть шар катится с проскальзыванием с указанными скоростями. Найдите постоянную скорость установившегося движения шара V .
- 1.3 При каком соотношении между линейной V_0 и угловой ω_0 скоростями шара он изменит направление своего поступательного движения?

Часть 2. Соударение.

Шар катится без проскальзывания со скоростью \vec{V}_0 и испытывает центральный удар со вторым таким же покоящимся шаром.



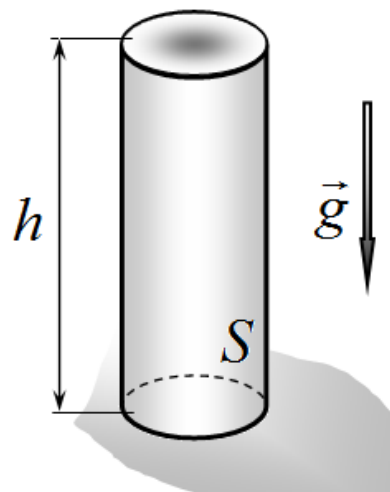
- 2.1 Найдите, чему будут равны линейные скорости шаров u_1, u_2 сразу после удара.
- 2.2 Чему будут равны скорости шаров V_1, V_2 в их установившемся движении?
- 2.3 Какая доля первоначальной кинетической энергии шара перейдет в теплоту в процессе перехода к установившемуся движению?

Задача 3.

В подавляющем числе задач, в которых рассматриваются различные газовые процессы, влияние силы тяжести не учитывается. В данной задаче Вам необходимо рассмотреть влияние силы тяжести на характеристики газа.

0. Оцените, на какой высоте давление воздуха уменьшается на 10%. Молярная масса воздуха $M = 29 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, температура $T = 300 \text{ К}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, ускорение свободного падения $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

В вертикальном цилиндрическом сосуде высоты h и площади поперечного сечения S находится идеальный двухатомный газ, молярная масса которого M , масса газа m . Температура газа в сосуде T . Обозначим величину $\frac{Mgh}{RT} = \beta$



Часть 1. Силой тяжести пренебрегаем!

- 1.1 Чему равно давление газа в сосуде $P^{(0)}$?
- 1.2 Чему равна теплоемкость газа в сосуде $C^{(0)}$?

Часть 2. Силу тяжести учитываем!

2.1 Чему равно давление газа на дно сосуда P_0 ?

2.1.1 Чему равно давление газа на дно сосуда, если сосуд очень высокий, т.е. выполняется условие $\beta \gg 1$?

2.1.2 На сколько процентов $\varepsilon_p = \frac{P_0 - P^{(0)}}{P^{(0)}}$ изменяется давление газа на дно сосуда из-за наличия силы тяжести, если величина $\beta = 0,01$?

3.1 Рассчитайте потенциальную энергию газа в поле тяжести Земли U_g .

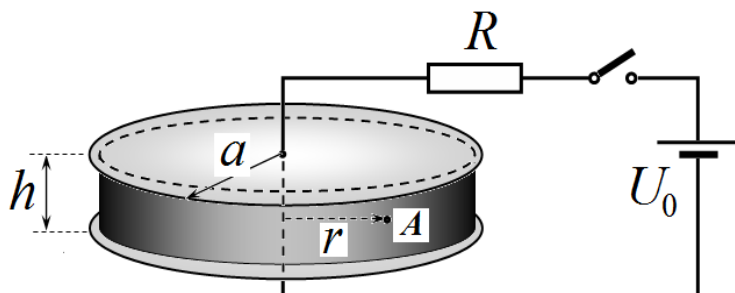
3.2 Чему равна теплоемкость газа в сосуде C с учетом силы тяжести?

3.2.1 Чему равна теплоемкость газа в сосуде C , если выполняется условие $\beta \gg 1$?

3.2.2 На сколько процентов $\varepsilon_c = \frac{C - C^{(0)}}{C^{(0)}}$ изменяется теплоемкость газа в сосуде из-за наличия силы тяжести, если величина $\beta = 0,01$?

Задача 4.

Конденсатор изготовлен из двух круглых металлических пластин радиуса a , расположенных параллельно друг другу на расстоянии h , которое значительно меньше радиуса пластин $h \ll a$. В пространстве между пластинами находится слабо проводящее вещество с диэлектрической проницаемостью ε и удельным сопротивлением ρ . Конденсатор подключен через резистор с сопротивлением R к источнику постоянного напряжения U_0 .



Ключ замыкают, через некоторое время сила тока в цепи перестает изменяться.

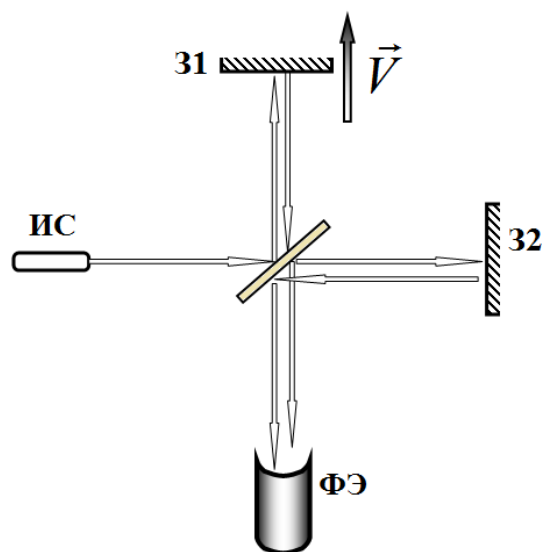
1. Найдите значения индукции магнитного поля в точке A , находящейся внутри конденсатора на расстоянии $r = \frac{a}{2}$ от оси конденсатора при постоянной силе тока в цепи.

Ключ размыкают, и конденсатор начинает разряжаться.

2. Найдите индукцию магнитного поля в той же точке A в процессе разрядки конденсатора.

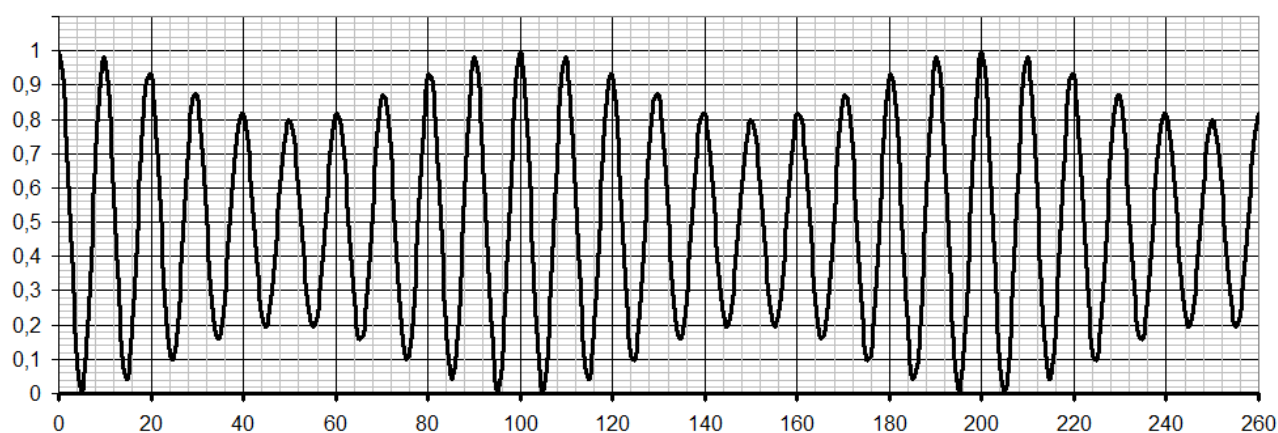
Задача 5.

В интерферометре Майкельсона одно из зеркал **З1** движется с постоянной скоростью \vec{V} , направленной перпендикулярно зеркалу. Фотоэлемент **ФЭ** регистрирует суммарную интенсивность света, отраженного от двух зеркал. Источник света **ИС** испускает две идеальных плоских монохроматических волны. Интенсивности этих волн равны I_0 и I_1 , частоты волн равны ν_0 и $\nu_0 + \Delta\nu$, соответственно.



На графике представлена зависимость интенсивности света, регистрируемого источником от времени (в относительных единицах). Используя этот график, определите отношение интенсивностей волн $\frac{I_1}{I_0}$ и относительный сдвиг частоты $\frac{\Delta\nu}{\nu_0}$.

$\frac{\Delta\nu}{\nu_0}$.



Зависимость интенсивности от времени.

Задача 6.

Атом позитрония представляет собой короткоживущую пару Электрон-позитрон, вращающуюся друг вокруг друга. Используя теорию Н. Бора, определите энергию основного состояния атома позитрония.

