

ную шайбу, едва ее коснувшись. После удара первая шайба отклонилась от первоначального направления на угол 1° , вторая шайба после удара стала двигаться

под углом 80° к этому направлению. Какая часть начальной кинетической энергии системы перешла при ударе в тепло?

В соответствии с рисунком, запишем закон сохранения импульса системы:

$$v \sin \alpha - u \sin \beta = 0, \\ v \cos \alpha + u \cos \beta = v_0.$$

Возведем в квадрат каждое уравнение и сложим:

$$v^2 + u^2 + 2uv(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = v_0^2.$$

Изменение кинетической энергии системы будет равно

$$\Delta W = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{m(u^2 + v^2)}{2} = muv \cos(\alpha + \beta).$$

Теперь найдем v и u :

$$u = v \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad v \cos \alpha + v \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} = v_0, \\ v \sin(\alpha + \beta) = v_0 \sin \beta, \\ v = v_0 \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad u = v_0 \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Доля перешедшей в тепло энергии составит

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{muv \cos(\alpha + \beta)}{mv_0^2/2} = \\ = 2 \frac{\sin \alpha \sin \beta \cos(\alpha + \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)} \approx 0,0055 = 0,55\%.$$

А. Простов

Ф1858. В теплоизолированном сосуде находится N молекул двухатомного газа при температуре T_1 . При этих условиях начинается диссоциация молекул, которая практически прекращается при падении температуры в сосуде до T_2 . При диссоциации одной молекулы поглощается энергия ε . Какая часть молекул продиссоциирует, и во сколько раз упадет давление в сосуде?

Температура в сосуде падает из-за поглощения энергии при диссоциации. Пусть из N молекул «развалились» на атомы N_1 , тогда частиц в сосуде стало $N - N_1 + 2N_1 = N + N_1$. Для энергии можно записать баланс (здесь k – постоянная Больцмана):

$$\frac{5}{2} kT_1 \cdot N = \varepsilon N_1 + \frac{5}{2} kT_2 (N - N_1) + \frac{3}{2} kT_2 \cdot 2N_1.$$

Отсюда найдем число продиссоциированных молекул:

$$N_1 = N \frac{5k(T_1 - T_2)/2}{\varepsilon + kT_2/2}$$

и долю этих молекул от общего числа:

$$\frac{N_1}{N} = \frac{5k(T_1 - T_2)}{2\varepsilon + kT_2}.$$

Отношение давлений будет равно

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{N + N_1}{N} \frac{T_2}{T_1} = \left(1 + \frac{N_1}{N}\right) \frac{T_2}{T_1} = \left(1 + \frac{5k(T_1 - T_2)}{2\varepsilon + kT_2}\right) \frac{T_2}{T_1}.$$

З. Рафаилов

Ф1859. Две медные монеты диаметром 1 см и толщиной 1 мм расположены на расстоянии 1 м друг от друга, причем плоскости монет перпендикулярны прямой, соединяющей их центры. На монеты наносят электрические заряды. Какими должны быть знаки зарядов и каково должно быть отношение их величин, чтобы сила взаимодействия между монетами упала до нуля? Интересный случай нулевых зарядов можете не рассматривать.

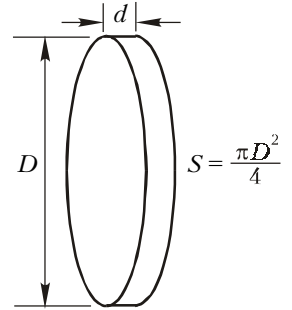
Монеты маленькие, а расстояние между ними велико – это сильно упростит решение. Зарядим, для начала, одну из монет зарядом Q . На расстоянии $L = 1$ м от нее напряженность поля равна $E = k \frac{Q}{L^2}$ (здесь $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$).

На плоских гранях второй монеты возникнут разноименные заряды $-q_1$ и $+q_1$, которые скомпенсируют это поле внутри проводящей монеты. Поле почти однородное, и у нас получится практически плоский конденсатор. Найдем q_1 (см. рисунок):

$$2\pi k \frac{q_1}{S} = \frac{kQ}{L^2},$$

откуда

$$q_1 = Q \frac{S}{2\pi L^2} = Q \frac{D^2}{8L^2}.$$



Ближе к заряду Q находится заряд $-q_1$, поэтому результирующая сила электрического притяжения между монетами будет равна

$$F = k \frac{Qq_1}{L^2} - k \frac{Qq_1}{(L+d)^2} = kQq_1 \frac{2Ld + d^2}{L^2(L+d)^2} \approx 2kQq_1 \frac{d}{L^3}.$$

Чтобы скомпенсировать эту силу притяжения, нужно поместить на вторую монету одноименный с Q заряд q_2 . Найдем его:

$$2kQq_1 \frac{d}{L^3} = kQ \frac{q_2}{L^2},$$

откуда

$$q_2 = q_1 \frac{2d}{L} = Q \frac{Sd}{\pi L^3} = Q \frac{D^2 d}{4L^3} = Q \frac{10^{-4} \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 1} = Q \frac{1}{4 \cdot 10^7}.$$

Тогда отношение зарядов монет равно

$$\frac{Q}{q_2} = 4 \cdot 10^7.$$

А. Повторов

Ф1860. К батарейке подключают «мостик», состоящий из пяти резисторов. Четыре из этих пяти резисторов имеют сопротивление R . Каким должно быть сопротивление пятого резистора, чтобы силы токов через какие-нибудь два резистора в схеме оказались одинаковыми и ни один из токов не был нулевым?