

Заключительный физбой

1. К большому металлическому листу толщины a приварены на расстоянии b друг от друга два цилиндрических проводника радиусом r_0 (рис. 1). Найти сопротивление между проводниками, если $a \ll r_0 \ll b$. Считать, что удельная проводимость материала проводников λ_1 много больше удельной проводимости материала листа λ_0 .

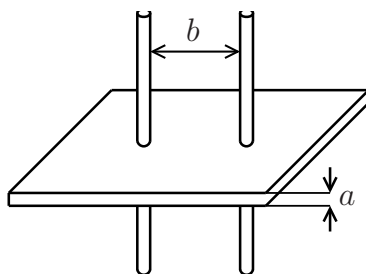


Рис. 1: Два проводника

2. Рассмотрим простейшую модель кристалла с кубической решёткой из одинаковых атомов. В этой модели потенциальная энергия взаимодействия двух соседних атомов описывается потенциалом Леннарда - Джонса

$$U(r) = 4\varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right], \quad (1)$$

где r - расстояние между атомами, σ и ε - параметры. Считая известными σ , ε и m_0 - массу одного атома, оцените скорость звука для вещества в рамках данной модели. Проведите расчёт для кристаллического аргона, для которого $\frac{\varepsilon}{k_B} \approx 120 \text{ K}$ и $\sigma \approx 0.34 \text{ нм}$.

3. Мыльная пленка с поверхностным натяжением σ , находящаяся в кольце радиуса r , протыкается в центре тонкой иглой. Определите время, за которое пленка схлопывается.

4. Верхний конец вертикального невесомого стержня закреплен на горизонтальной оси, вокруг которой он может свободно вращаться, а к нижнему его концу жестко прикреплен электромотор массы M (рис. 2). Устройство мотора симметрично относительно оси ротора, занимающей горизонтальное положение на расстоянии l от точки подвеса. Моменты инерции ротора и статора равны соответственно I_1 и I_2 . Через электромотор пропускают короткий импульс тока. В результате ротор практически мгновенно раскручивается до угловой скорости ω . Пренебрегая трением в подшипниках ротора, определите максимальную высоту подъёма оси ротора.

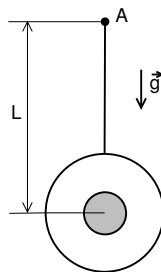


Рис. 2: Электромотор

5. Оцените полную мощность излучения Солнца. Масса Солнца $M = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$.
Оборудование: Лампа накаливания, линейка.

6. Оценить изменение мощности двигателя внутреннего сгорания в результате того, что бензин смешан с малым количеством воды так, что процентное содержание воды составляет 1%. Необходимые числовые данные возьмите из справочников. Вычислите ответ для случая, когда вал вращается с частотой $2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$. Суммарный объем цилиндров 3 литра. Детонация карбюраторной смеси происходит при двадцатикратном сжатии в цилиндре.

7. Наступают сумерки. Где-то в начале улицы замыкают рубильник, и все нити накаливаемых ламп вспыхивают. Но почему они вспыхивают одновременно? Сначала ближний фонарь, а затем следующий и т.д., причем каждый позже предыдущего, так что создается впечатление бегущей вдоль по улице волны поджига. Почему?

8. Определите зависимость частоты звука, создаваемого при вращении гофрированной трубки, от частоты вращения.

Оборудование: гофрированная трубка, секундомер, звуковой генератор, наушники.