

Задачи контрольной работы по первому заданию осеннего семестра, 3 курс, 2013 год.

Задача 1. (квантование, дискретность уровней энергии, волны де Бройля)

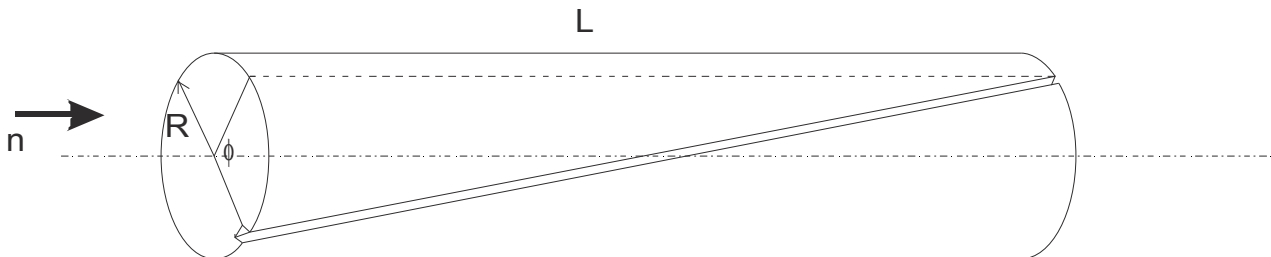
Оценить температуру, при которой теплоёмкость молекулярного водорода начнёт описываться моделью одноатомного газа. Оценить температуру при которой теплоёмкость разреженного газа молекулярного водорода, находящегося в сосуде объёмом 1 см^3 , станет меньше (в расчёте на молекулу), чем теплоёмкость одноатомного газа $\frac{3}{2} k_B$.

Задача 2. (водородоподобный атом)

Атом, пролетая через кристалл подвергается воздействию периодического поля решётки кристалла, в результате чего возможно резонансное возбуждение его уровней (эффект Огорокова). Какова должна быть скорость двукратно ионизованного атома лития, чтобы при пролёте через тонкий слой кристалла золота возбуждился уровень с квантовым числом $n=2$. Период решётки в направлении движения атома лития $a=4.07 \text{ \AA}$.

Задача 3. (соотношение неопределённостей, волны де Бройля)

Для монохроматизации медленных нейтронов используют цилиндр из поглощающего нейтроны материала, в котором прорезан винтовой паз. Радиус цилиндра 10 см , длина 1 м , поперечные размеры паза $1 \times 1 \text{ см}$, паз поворачивается на угол 30° на длине цилиндра. Цилиндр вращается с частотой 3000 об/мин . Определить длину волны нейтронов λ , задаваемую таким монохроматором, и оценить степень монохроматизации $\Delta\lambda/\lambda$. Оценить, при каком размере паза будет достигаться максимальная монохроматичность пучка. Прохождение пучка нейтронов мимо цилиндра полностью блокируется набором поглощающих диафрагм, не показанных на рисунке.



Задача 4. (потенциальная яма)

На слой полупроводника с малой концентрацией свободных электронов напылён слой изолятора, поверх которого напылён проводящий электрод. Приложением к электроду постоянного напряжения создают электрическое поле в полупроводнике напряжённостью 10000 В/м , «притягивающее» электроны к слою изолятора. Потенциал поля описывается треугольным потенциалом

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \text{ (внутри изолятора)} \\ eEx, & x > 0 \text{ (в полупроводнике)} \end{cases}$$

Не решая уравнение Шредингера (в простых функциях не решается!) оценить расстояние между уровнями энергии и температуру при которой заселён только нижний уровень, оценить степень делокализации электронов, находящихся в основном состоянии, в поперечном от границы раздела направлении. Отличием эффективной массы электрона от массы свободного электрона пренебречь, диэлектрическая проницаемость $\epsilon=1$.

Задача 5. (эффект Зеемана)

Оценить минимальную температуру, которую можно достичь за счёт адиабатического размагничивания ядер меди ^{63}Cu . Спин ядра меди $I=3/2$, частота ядерного магнитного резонанса в поле 10 кГс равна 11.31 МГц , расстояние между атомами в кристалле 2.5 \AA . Чему равна энтропия ядерной системы меди при высоких температурах?