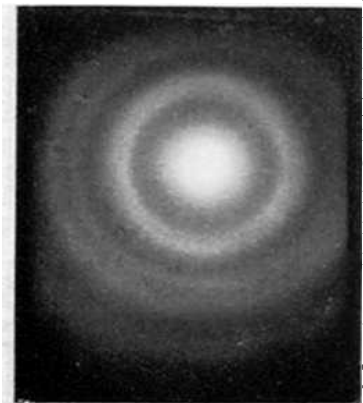


Контрольная работа по общей физике, гр.423, 21 октября 2016 г

1	2	3	4	Σ

Задача 1 (волны де Бройля, дифракция частиц)



В опытах Томсона изучалась дифракция электронов, прошедших разность потенциалов 20-60кВ, на тонкой металлической фольге, представляющей собой набор большого количества случайно ориентированных кристаллитов. Пример результатов по дифракции показан на рисунке: наблюдается серия концентрических колец на фотопластинке.

Считая, что период кристалла равен 3.14\AA , кристаллическая решётка исследуемого металла простая кубическая, электроны ускорены разностью потенциалов 30 кВ найти радиусы двух первых дифракционных колец на пластинке, находящейся на расстоянии 30 см от образца.

Задача 2 (потенциальная яма, соотношение неопределённостей)

Для получения ультрахолодных атомов (газ из $\sim 10^5$ атомов охлаждаемый до температур порядка 100 нК) используются оптические ловушки: атомы «подвешиваются» в неоднородном электрическом поле, создаваемом скрещенными лазерными лучами.

Будем считать, что созданная ловушка может быть аппроксимирована трёхмерным гармоническим потенциалом

$$U(\vec{r}) = \frac{kr^2}{2}, \text{ и частота осциллятора равна } 200 \text{ Гц для атома } ^{87}\text{Rb}.$$

1. Оценить амплитуду нулевых колебаний (по выбору — среднеквадратичное смещение) для пойманного в ловушке атома рубидия, находящегося в основном состоянии.
2. Оценить, при каком времени удержания атомов в ловушке будут надёжно различимы нижние энергетические уровни для атомов ^{87}Rb и ^{85}Rb .

Задача 3 (атом водорода)

Находящийся рядом с поверхностью жидкого гелия электрон притягивается к поверхности за счёт «заряда

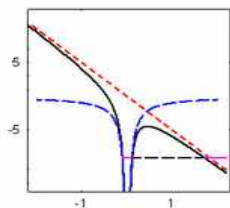
отражения», связанная с этим потенциальная энергия $U(z) = -\frac{e^2(\epsilon-1)}{4(\epsilon+1)z}$ (z – расстояние до поверхности,

ϵ — диэлектрическая проницаемость среды). Проникновению внутрь жидкого гелия препятствует высокий потенциальный барьер. В результате, движение электрона в направлении перпендикулярном к поверхности оказывается проквантовано. Движение электрона в плоскости вдоль поверхности гелия рассматривать не будем

(считаем вклад в энергию $\frac{\hbar^2(k_x^2 + k_y^2)}{2m}$ малым).

1. Оценить расстояние между энергетическими уровнями, связанными с квантованием движения в поперечном направлении (ответ выразить в единицах температуры).
2. При температуре 1К наблюдается поглощение СВЧ излучения на некоторых дискретных частотах. Наименьшая из наблюдаемых частот поглощения равна 125ГГц. Определить по этим данным диэлектрическую проницаемость жидкого гелия.

Задача 4 (туннелирование)



В сильном электрическом поле (обычно в поле интенсивного лазерного луча) возможна ионизация атома за счёт туннелирования электрона (см.рисунок). Считая для простоты удерживающий электрон в атоме потенциал глубокой прямоугольной потенциальной ямой шириной 1\AA , в которой основное состояние электрона имеет энергию

$E_0 = -Ry$ оценить характерное время процесса ионизации в электрическом поле напряжённостью 10^9 В/м .

