Задачи (весна 2014, часть 2)

1. Пусть $|m, l\rangle \ldots$ - собственное состояние операторов $\hat{M}_z, \hat{M}^2$ с собственными значениями m и $l(l+1)$.

   Найти среднее значение операторов $\hat{M}_x, \hat{M}_y$ в этом состоянии.

   Вычислить в координатном представлении все собственные состояния с $l = 3$ (f-состояния) и построить графики (3d plot) плотностей вероятности обнаружить частицу в элементе телесного угла.

2. Определить уровни энергии для движения частицы с моментом $l = 0$ в сферической прямоугольной яме: $U(r) = -U_0$ при $r < a$, $U(r) = 0$ при $r > a$. Найти условие существования связанного состояния.

3. Вычислить и построить радиальные волновые функции в атоме водорода, если главное квантовое число равно 4.

4. Определить вероятность перехода в атоме водорода из основного состояния в ближайшее возбужденное при внезапном включении слабого электрического поля.

5. В модели атома водорода Томсона положительный заряд не точечный, а равномерно размазан по шару радиуса R_0. Считая R_0 много больше боровского радиуса, найти первые три энергетических состояния такого атома и сравнить их с настоящими (модель Резерфорда).

6. Найти поправку к энергии основного состояния атома водорода за счет релятивистской зависимости массы электрона от скорости.

7. Две одинаковые частицы массой m, отталкиваясь по закону $\dfrac{\alpha}{r_{12}}$, $\alpha > 0$ (r_{12} – расстояние между частицами), находятся во внешнем потенциале $U(r) = \dfrac{1}{2}m\omega^2 r^2$. Найти энергетический спектр системы.

8. Два нейтрона, взаимодействующие по закону $J\hat{\vec{s}}_1\hat{\vec{s}}_2$, $J < 0$ ($\hat{\vec{s}}$ - оператор спина нейтрона), находятся во внешнем потенциале $U = \dfrac{1}{2}m\omega^2 r^2$. Найдите область параметров (J, ω), когда основное состояние системы – триплетное.