

8. ВЕКТОРНАЯ СХЕМА СЛОЖЕНИЯ МОМЕНТОВ

8.1. Найдите возможные значения полных механических моментов электронных оболочек атомов в состояниях 4P и 5D .

8.2. Выпишите возможные термы атомов, содержащих кроме заполненных оболочек: 1) два электрона (s и p); 2) два электрона (p и d); 3) три электрона (s , p и d).

8.3. Сколько и какие различные типы термов могут реализовываться у двух-электронной системы, состоящей из d -электрона и f -электрона?

8.4. Выпишите возможные термы атома, содержащего кроме заполненных оболочек два эквивалентных p -электрона.

8.5. Найдите угол между векторами орбитального и спинового механических моментов для состояний 3P_0 и 3D_2 .

8.6. Определите максимально возможный орбитальный механический момент атома, находящегося в состоянии, мультиплетность которого пять и кратность вырождения по J равна семи, спектральный символ состояния, а также угол между полным механическим и спиновым моментами при максимально возможном орбитальном механическом моменте.

Пример решения типовой задачи

8.6. Определите максимально возможный орбитальный механический момент атома, находящегося в состоянии, мультиплетность которого пять и кратность вырождения по J равна семи, спектральный символ состояния, а также угол между полным механическим и спиновым моментами при максимально возможном орбитальном механическом моменте.

Решение. Из условия задачи ($\kappa = 5$ и $g_J = 7$) находим значения соответствующих квантовых чисел:

$$\kappa = 2S + 1 \rightarrow S = 2 \quad \text{и} \quad g_J = 2J + 1 \rightarrow J = 3.$$

Поскольку $J = 3$ принимает значения от $|L - 2|$ до $L + 2$, и при этом по условию задачи необходим максимально возможный орбитальный механический момент, то $L = 5$.

Максимально возможный орбитальный механический момент атома:

$$|\mathbf{L}| = \hbar \sqrt{L(L+1)} = \sqrt{30} \hbar.$$

Спектральный символ состояния: 5H_7 .

Угол между полным механическим и спиновым моментами найдём, используя теорему косинусов:

$$|\mathbf{L}|^2 = |\mathbf{J}|^2 + |\mathbf{S}|^2 - 2|\mathbf{J}||\mathbf{S}|\cos\alpha,$$

где $|\mathbf{J}| = \hbar\sqrt{J(J+1)} = \sqrt{12}\hbar$ и $|\mathbf{S}| = \hbar\sqrt{S(S+1)} = \sqrt{6}\hbar$.

Тогда $\alpha = \frac{3}{4}\pi$.