

Атомная физика

Индивидуальное задание №8

Вариант № 1

1. Вычислить для иона He^+ интервалы в $см^{-1}$ между крайними компонентами тонкой структуры уровней с $n = 2, 3$ и 4 . Изобразить схему переходов $n' = 4 \rightarrow n'' = 2$.
2. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией $4,0$ кГс. Найти минимальный интервал (в эВ) между подуровнями термов 1F и $^2D_{3/2}$.
3. Постройте схему возможных переходов в магнитном поле между следующими состояниями: $^1D \rightarrow ^1P$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу?

[Три компоненты]

4. Узкий пучок атомарного водорода пропускается в опыте Штерна и Герлаха через поперечное неоднородное ($\partial B/\partial z = 2$ кТл/м) магнитное поле протяженностью $a = 8$ см. Скорость v атомов водорода равна 4 км/с. Определите расстояние δ между компонентами расщепленного пучка атомов по выходе его из магнитного поля. Атомы водорода в пучке находятся в основном состоянии.

$$\left[\delta = \frac{\mu_B N_A}{M_H} \left(\frac{\partial B}{\partial z} \right) \cdot \left(\frac{a}{v} \right)^2 = 4,46 \text{ мм} \right]$$

Вариант № 2

1. Вычислить для иона Li^{++} интервалы в см^{-1} между крайними компонентами тонкой структуры уровней с $n = 3, 4$ и 5 . Изобразить схему переходов $n' = 5 \rightarrow n'' = 4$.
2. Определите количество подуровней и полную величину расщепления (в эВ) в магнитном поле 1 Тл терма: а) 3P_0 ; б) ${}^4D_{1/2}$? Поле считать слабым.
3. Какой эффект Зеемана (простой, сложный) обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные следующими переходами: 1) ${}^1P \rightarrow {}^1S$; 2) ${}^2D_{5/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}$; 3) ${}^3D_1 \rightarrow {}^3P_0$; 4) ${}^5I_5 \rightarrow {}^5H_4$?
[1) Простой; 2) сложный; 3) простой; 4) простой]
4. Определите максимальные проекции магнитных моментов атомов ванадия (4F), марганца (6S) и железа (5D), если известно, что пучки атомов при прохождении через сильно неоднородное магнитное поле по методу Штерна и Герлаха расщепляются на 4, 6 и 9 составляющих. (В скобках указаны состояния, в которых находятся атомы.)

[0,6μ_Б; 5μ_Б; 6μ_Б]

Вариант № 3

1. Вычислить для иона He^+ минимальные интервалы в $см^{-1}$ между компонентами тонкой структуры уровней с $n = 2, 3$ и 4 . Изобразить схему переходов $n' = 4 \rightarrow n'' = 3$.
2. Найдите фактор Ланде, количество подуровней терма ${}^2F_{5/2}$ и полную величину расщепления (в эВ) этого терма в слабом магнитном поле с индукцией 1 Тл.
3. Некоторая спектральная линия, обусловленная переходом в ${}^2S_{1/2}$ -состояние, расщепилась в слабом магнитном поле на шесть компонент. Напишите спектральный символ исходного терма. [${}^2P_{3/2}$]
4. Узкий пучок атомов пропускают по методу Штерна и Герлаха через поперечное резко неоднородное магнитное поле. Найдите максимальные значения проекций магнитных моментов атомов в состояниях 4F , 6S и 5D , если известно, что пучок расщепляется, соответственно, на 4, 6 и 9 компонент. [$0,6\mu_B$; $5\mu_B$; $6\mu_B$]

Вариант № 4

1. Вычислить для иона Li^{++} минимальные интервалы в см^{-1} между компонентами тонкой структуры уровней с $n = 3, 4$ и 5 . Изобразить схему переходов $n' = 5 \rightarrow n'' = 3$.
2. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией $4,0$ кГс. Найти полную величину расщепления (в эВ) термов 1F и ${}^2D_{3/2}$.
3. Постройте схему возможных переходов в слабом магнитном поле между состояниями, определяемыми следующими термами: ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу? [Шесть компонент]
4. Пучок атомов натрия вылетает из печи, температура которой $T = 350$ К. Пучок расщепляется в неоднородном магнитном поле с градиентом $\partial B / \partial z = 1,0$ кТл/м на пути $l = 6,5$ см. Найдите расстояние δ между атомами на выходе из магнитного поля.

$$[\delta = \frac{2l^2 \mu_B}{3kT} \cdot \frac{\partial B}{\partial z} = 10,8 \text{ мм}]$$

Вариант № 5

1. Определить для ионов Li^{++} число компонент тонкой структуры и интервал в длинах волн между крайними компонентами второй линии серии Бальмера.
2. Определите количество подуровней и полную величину расщепления (в эВ) в магнитном поле 0,75 Тл терма: а) ${}^2F_{5/2}$; в) ${}^6G_{3/2}$? Поле считать слабым.
3. Постройте схему возможных переходов в слабом магнитном поле между состояниями, определяемыми следующими термами: ${}^2P_{1/2} \rightarrow {}^2S$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу? [Четыре компоненты]
4. Узкий пучок атомарного водорода пропускается в опыте Штерна и Герлаха через поперечное неоднородное ($\partial B/\partial z = 4$ кТл/м) магнитное поле протяженностью $a = 8$ см. Скорость v атомов водорода равна 4 км/с. Определите расстояние δ между компонентами расщепленного пучка атомов по выходе его из магнитного поля. Все атомы водорода в пучке находятся в основном состоянии.

$$[\delta = \frac{\mu_B N_A}{\mu_H} \cdot \left(\frac{\partial B}{\partial z}\right) \left(\frac{a}{v}\right)^2 = 8,92 \text{ мм}]$$

Вариант № 6

1. Определить для ионов He^+ число компонент тонкой структуры и интервал в длинах волн между крайними компонентами второй линии серии Пашена.
2. Найдите фактор Ланде, количество подуровней терма ${}^2P_{3/2}$ и полную величину расщепления (в эВ) этого терма в слабом магнитном поле с индукцией 0,5 Тл.
3. Спектральная линия, обусловленная переходом ${}^3D_1 \rightarrow {}^3P_0$, испытывают расщепление в слабом магнитном поле. При наблюдении перпендикулярно направлению магнитного поля интервал между соседними компонентами зеемановской структуры составляет: $\Delta\omega = 1,32 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$. Найдите индукцию магнитного поля в месте нахождения источника. $[B = \frac{\hbar\Delta\omega}{g\mu_B} = 0,3 \text{ Тл}]$
4. На сколько составляющих расщепляется в опыте Штерна и Герлаха пучок атомов, находящихся в состоянии: 1) ${}^2P_{3/2}$; 2) 1D_2 ; 3) 5F_1 ?
[1) 4; 2) 5; 3) не расщепляется, так как $g = 0$]

Вариант № 7

1. Определить для ионов He^+ число компонент тонкой структуры и минимальный интервал в длинах волн между компонентами второй линии серии Бальмера.
2. Определите количество подуровней и полную величину расщепления (в эВ) в магнитном поле 0,5 Тл терма: а) 3D_0 ; б) $^4D_{1/2}$? Поле считать слабым.
3. Постройте схему возможных переходов в слабом магнитном поле между состояниями, определяемыми следующими термами: $^2P_{3/2} \rightarrow ^2S_{1/2}$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу? [Шесть компонент]
4. Определите максимальные проекции магнитных моментов атомов ванадия (4F), марганца (6S) и железа (5D), если известно, что пучки атомов при прохождении через сильно неоднородное магнитное поле по методу Штерна и Герлаха расщепляются на 4, 6 и 9 составляющих. (В скобках указаны состояния, в которых находятся атомы.)

[0,6 μ_B ; 5 μ_B ; 6 μ_B]

Вариант № 8

1. Определить для ионов Li^{++} число компонент тонкой структуры и минимальный интервал в длинах волн между компонентами второй линии серии Пашена.
2. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией 2,50 кГс. Найти полную величину расщепления (в эВ) термов 1D и 3F_4 .
3. Вычислите полное расщепление $\Delta\omega$ спектральной линии ${}^3D_3 \rightarrow {}^3P_2$ в слабом магнитном поле с индукцией $B = 0,34$ Тл.
[$\omega = 2(m_1g_1 - m_2g_2)_{\max}\mu_B B/\hbar = 1,0 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$]
4. На сколько составляющих расщепляется в опыте Штерна и Герлаха пучок атомов, находящихся в состоянии: а) 3P_0 ; б) ${}^2F_{5/2}$; в) ${}^4D_{1/2}$? [а) Не расщепится; б) на шесть; в) не расщепится ($g = 0$)]

Вариант № 9

1. При какой разрешающей способности спектрального прибора ($\lambda/\Delta\lambda$) можно обнаружить тонкую структуру третьей линии серии Бальмера у атомарного водорода.
2. Определите количество подуровней и полную величину расщепления (в эВ) в магнитном поле 0,25 Тл терма: а) ${}^2P_{5/2}$; в) ${}^6G_{3/2}$? Поле считать слабым.
3. Постройте схему возможных переходов в магнитном поле между следующими состояниями: ${}^1F \rightarrow {}^1D$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу?

[Три компоненты]

4. В одном из опытов по расщеплению узкого атомарного пучка по методу Штерна и Герлаха использовали атомы ванадия в основном состоянии ${}^4F_{3/2}$. Найти расстояние между крайними компонентами пучка на экране (см. рис.), если $a = 10$ см, $b = 20$ см, $\partial B/\partial z = 23$ кГс/см и кинетическая энергия атомов $T = 0,040$ эВ.
[5 мм]

Вариант № 10

1. При какой разрешающей способности спектрального прибора ($\lambda/\Delta\lambda$) можно обнаружить тонкую структуру головной линии серии Пашена у иона He^+ .
2. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией 2,50 кГс. Найти минимальный интервал (в эВ) между подуровнями термов 1D и 3F_4 .
3. Постройте схему возможных переходов в магнитном поле между следующими состояниями: $^2D_{5/2} \rightarrow ^2P_{3/2}$. Сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая этому переходу?
[12 компонент]
4. На сколько составляющих расщепляется в опыте Штерна и Герлаха пучок атомов, находящихся в основном состоянии: B ; N ; F ; Ne ? [2; 4; 4; 0]