

## 11. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА АТОМОВ. АТОМЫ ВО ВНЕШНИХ ПОЛЯХ

11.1. Имея в виду, что отношение магнитного момента к механическому для спинового момента вдвое больше, чем для орбитального, получите с помощью векторной модели выражение для множителя Ланде.

11.2. Вычислите множитель Ланде для атомов: 1) с одним валентным электроном в состояниях  $S$ ,  $P$  и  $D$ ; 2) в состоянии  ${}^3P$ ; 3) в  $S$ -состояниях; 4) в синглетных состояниях.

11.3. Выпишите спектральные обозначения терма, у которого: 1)  $S = 1/2$ ,  $J = 5/2$ ,  $g = 6/7$ ; 2)  $S = 1$ ,  $L = 2$ ,  $g = 4/3$ .

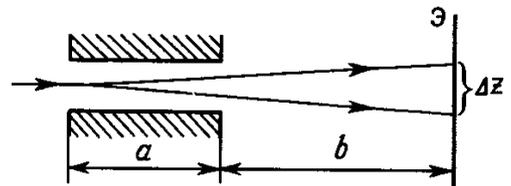
11.4. Найдите магнитный момент  $\mu$  и возможные значения проекции  $\mu_z$  атома в состоянии  ${}^1F$ .

11.5. Максимальное значение проекции магнитного момента атома, находящегося в состоянии  $D_2$ , равно четырём магнетонам Бора. Определите мультиплетность этого терма.

11.6. Найдите механический момент атома в состоянии  ${}^5F$ , если известно, что в этом состоянии магнитный момент равен нулю.

11.7. Определите градиент индукции магнитного поля, в котором можно «подвесить» невозбуждённый атом натрия.

11.8. В опыте Штерна и Герлаха узкий пучок атомов серебра (в основном состоянии) проходит через поперечное резко неоднородное магнитное поле и попадает на экран Э. При каком значении градиента индукции магнитного поля  $\partial B/\partial z$  расщепление пучка на экране  $\Delta z = 2.0$  мм, если  $a = 10$  см,  $b = 20$  см и скорость атомов  $v = 300$  м/с?



11.9. Вычислите величину расщепления пучка атомов лития в опыте Штерна и Герлаха, если длина полюса магнита  $d = 10$  см, градиент индукции магнитного поля  $\partial B/\partial z = 200$  кГс/см, температура печи  $T = 1000$  К. Расщепление измеряется на экране, расположенном у концов полюсов магнита.

11.10. 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 на 4, 6 и 9 компонент соответственно.

11.11. Узкий пучок атомов пропускают по методу Штерна и Герлаха через поперечное резко неоднородное магнитное поле. На сколько компонент расщепится пучок атомов, находящихся в состояниях  ${}^3D_2$  и  ${}^5F_1$ ?

11.12. На сколько компонент расщепится в опыте Штерна и Герлаха узкий пучок возбуждённых атомов гелия, находящихся в наименьшем метастабильном состоянии?

11.13. Из печи с температурой  $T$  в вакуумную камеру влетает узкий пучок смеси атомов натрия и кадмия. Двигаясь через область поперечного сильно неоднородного магнитного поля с градиентом индукции  $\partial B/\partial z$  протяжённостью  $L_1$ , атомы пучка попадают на экран, удалённый от поля на расстояние  $L_2$  ( $L_2 \gg L_1$ ). Сколько необходимо щелей и где их следует разместить на экране для вывода компонент смеси из установки?

11.14. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией  $B = 3.00$  кГс. Определите полное расщепление в эВ терма  $^1D$ .

11.15. Постройте схему возможных переходов в слабом магнитном поле между состояниями  $^1D \rightarrow ^1P$  и  $^1F \rightarrow ^1D$  и определите, сколько компонент содержит спектральная линия, соответствующая каждому из этих двух переходов.

11.16. Постройте схему возможных переходов в слабом магнитном поле между состояниями  $^4D_{5/2} \rightarrow ^4F_{7/2}$ .

11.17. Спектральная линия  $\lambda = 612$  нм обусловлена переходом между двумя синглетными термами атома. Определите интервал  $\Delta\lambda$  между крайними компонентами этой линии в магнитном поле с индукцией  $B = 10.0$  кГс.

### Пример решения типовой задачи

11.14. Атом находится в слабом магнитном поле с индукцией  $B = 3.00$  кГс. Определите полное расщепление в эВ терма  $^1D$ .

**Решение.** Из условия задачи следует, что  $L = 2$ ,  $S = 0$ . Тогда  $J = 2$ ,  $m_J$  принимает значения от  $-2$  до  $2$  (всего пять значений) и  $g = 1$ .

Тогда полное расщепление терма будет равно:

$$\Delta E = 4\mu_B B = 7 \times 10^{-5} \text{ эВ.}$$