

$\times [sr^2 - 3(sr)r]$ , и поля, соответствующего контактному взаимодействию  $H_{so} = -\mu_B(16\pi/3)|\psi^2(0)|s$ , где  $\psi(0)$  — волновая функция электрона в месте нахождения ядра,  $s$  — спин электрона. Для электронов с нулевым орбитальным моментом ( $s$ -электронов)  $H_{s1}$  и  $H_l$  обращаются в нуль и остаётся только контактное взаимодействие. Напротив, для электронов с орбитальным моментом  $l > 0$  обращается в нуль контактное взаимодействие и остаются  $H_{s1}$  и  $H_l$ .

Расщепление уровней в атомах и молекулах, к которому приводит С. в., по порядку величины равно  $\alpha^2(m_e m_p) g_l Z^3 R_y$  для магн. части взаимодействия  $\mathcal{H}_u$  и  $(Q/a_0) Z^3 R_y$  для квадрупольных взаимодействий,  $\mathcal{H}_q$ , где  $\alpha = e^2/\hbar c$  — тонкой структуры постоянная,  $Z$  — заряд ядра,  $R_y = e^2/2a_0$  — единица Ридберга для энергии,  $a_0$  — Бора радиус. Характер расщепления  $\Delta \mathcal{E}_F$  определяется величиной  $\langle IJ \rangle$ , усреднённой по собств. состоянию системы  $\{FMIJ\}$  с полным моментом  $F = I + J$ ;  $M$  — проекция полного момента:

$$\Delta \mathcal{E}_F = \frac{1}{2} AC + BC(C+1),$$

где  $C = 2 \langle FMIJ | IJ | FMIJ \rangle = F(F+1) - J(J+1) - I(I+1)$ . Для водородоподобных ионов в состоянии с квантовыми числами  $n l j$  имеем:

$$A = \alpha^2 g_l (m_e/m_p) \frac{Z^3 R_y}{n^3} \begin{cases} 8/3, & \text{если } l=0, \\ (l+1/2)(j+1)^{-1}, & \text{если } l>0; \end{cases}$$

$$B = \left( \frac{Q/a_0}{n} \right)^2 \frac{Z^3 R_y}{n^3} \cdot \frac{3}{8I(2I-1)(j+1)(l+1)(l+1/2)l}.$$

Для неводородоподобных атомов, молекул и твёрдых тел расчёт магн. поля и градиента электр. поля электронных оболочек в месте нахождения ядра весьма сложен. Он, как правило, связан с выходом за рамки обычного Хартри — Фока метода и требует громоздких расчётов. В частности, даже для щелочных элементов учёт спиновой поляризации остова может изменить значение постоянной  $A$  в 1,5 раза. В ряде случаев, напр. для атомов и ионов с валентными  $d$ -электронами, из-за спиновой поляризации меняется знак магн. поля. Для многозарядных ионов и тяжёлых ядер существенную роль начинают играть релятивистские эффекты и эффекты, связанные с конечным размером ядра.

Экспериментально С. в. исследуется методами лазерной спектроскопии, радиоспектроскопии, электронного парамагнитного резонанса, ядерного магнитного резонанса, ядерного квадрупольного резонанса, используются также методы гамма-спектроскопии, основанные на Мёссбауэра эффекте. Изучение сверхтонкого расщепления позволяет определить спины, магн. и квадрупольные моменты ядер, в т. ч. и в случаях, когда время жизни этих ядер мало. В свою очередь, благодаря С. в. ядра играют роль естеств. зонда, позволяющего исследовать электронную структуру твёрдых тел.

С. в. весьма существенно в спектроскопии мезоатомов, т. к. абс. величина сверхтонкого расщепления увеличивается в  $(m_p/m_e)^3$  раз, где  $m_p$  — масса мезона, а относительная — в  $(m_p/m_e)^2$  раз.

Переход между подуровнями сверхтонкой структуры основного состояния водорода даёт радиолинию водорода 21 см, к-рая играет чрезвычайно важную роль в совр. радиоастрономии.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Квантовая механика, 4 изд., М., 1989; Соколов И. И., Введение в теорию атомных спектров, 12 изд., М., 1977; Сверхтонкие взаимодействия в твёрдых телах, пер. с англ., М., 1970; Lindegen I., Morrison J., Atomic many body theory, 2 ed., B.—[a. o.], 1986.

**СВЕТ** — 1) в узком смысле — то же, что и видимое излучение, т. е. эл.-магн. волны в интервале частот, воспринимаемых глазом ( $7,5 \cdot 10^{14}$  —  $4,0 \cdot 10^{14}$  Гц), что соответствует длинам волн в вакууме от  $\sim 400$  до  $\sim 760$  нм. С. очень высокой интенсивности глаз воспринимает в несколько более широком диапазоне. Свето-

вые волны разл. частот воспринимаются человеком как разл. цвета (подробнее см. в ст. Колориметрия).

2) С. в широком смысле — то же, что оптическое излучение.

А. П. Гагарин.

**СВЕТИМОСТИ КЛАССЫ** — параметры спектральной классификации звёзд, характеризующие зависимость спектра звезды от её абс. видимой звёздной величины  $M_V$ . С. к. определяются в т. н. йеркской системе спектральной классификации звёзд (см. Спектральные классы).

Разделение звёзд на С. к. связано с зависимостью степени ионизации атомов в атмосферах звёзд от электронного давления и с зависимостью интенсивности спектральных линий от величины взаимодействия атомов с окружающими частицами. Эти зависимости различаются для звёзд с разными ускорениями силы тяжести в атмосфере  $g$ . Вследствие масса — светимость зависимости величина  $g$ , в свою очередь, связана со светимостью звезды, мерой к-рой является абс. звёздная величина. В йеркской классификации определяются след. С. к. (табл.; не во всех спектральных классах представлены все С. к.).

Класс светимости	Название	Подразделения в порядке убывания светимости
0 (или Ia—0, Ia <sup>+</sup> )	Сверхсверхгиганты или гипергиганты	Ia, Iab, Ib
I	Сверхгиганты	
II	Яркие гиганты	
III	Гиганты	II—III, IIIa, IIIab, IIIb, III—IV
IV	Субгиганты	
V	Карлики	

Иногда вводятся С. к. VI для субкарликов и С. к. VII для белых карликов. Наблюдаемая численность звёзд отдельных С. к. находит объяснение в рамках теории эволюции звёзд.

Лит. см. при ст. Спектральные классы. Л. Р. Юнгельсон.

**СВЕТИМОСТЬ** в астрономии — полная энергия, излучаемая источником в единицу времени. Часто С. выражают в единицах светимости Солнца  $L_\odot \approx 3,86 \cdot 10^{33}$  эрг/с. Иногда говорят не о полной С., а о С. в нек-ром спектральном диапазоне. Напр., в зависимости от метода определения различают визуальную, фотографическую и др. светимость. С. космич. источника излучения может быть найдена по его блеску и расстоянию до него. По известному расстоянию  $r$  определяют абс. звёздную величину  $M$ , к-рая связана с видимой звёздной величиной  $m$  соотношением

$$M = m + 5 - 5 \lg r - A(r),$$

здесь  $r$  выражено в парсеках, а величина  $A(r)$  учитывает межзвёздное поглощение. С. связана с  $M$  соотношением

$$\lg(L/L_\odot) = 0,4(4,77 - M).$$

По видимой звёздной величине объекта и его параллаксу  $\pi$  С. определяется по ф-ле

$$\lg(L/L_\odot) = -2 \lg \pi - 0,4m - 0,1 + 0,4A.$$

Для перехода от визуальной, фотогр. С. или С., определённой фотоэлектрич. методами, к полной С. необходимо ввести т. н. болометрическую поправку, учитывающую излучение, не зафиксированное данным приёмником. С. звёзд главной последовательности (см. Герцшпрунга — Расселла диаграмма) удовлетворяет соотношению масса — светимость: большим массам звёзд соответствуют большие светимости (см. Масса — светимость зависимость). С. стационарных звёзд и др. объектов, излучающих за счёт внутр. источников энергии, не превосходит т. н. критической светимости.

А. М. Черепашук.