

элементов) и группа актиноидов (2-я группа редкоземельных элементов).

Порядок заполнения электронных оболочек при увеличении Z можно представить с помощью схемы:

	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2 3d^{10} 4p^6$	$5s^2 4d^{10} 5p^6$	$6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$	$7s^2 5f^{14}$
$n+l$	1	2 3	3 4	4 5 5	5 6 6	6 7 7 7	7 8
период	1	2	3	4	5	6	7
число элементов в периоде	2	8	8	18	18	32	32

В последующих оболочках электроны связаны менее прочно, чем в предшествующих, причём сначала заполняются оболочки с меньшими значениями $n+l$, а при том же значении $n+l$ — с большими значениями l (правило Клечковского).

Данная схема относится к последовательности заполнения внеш. оболочек А., что и определяет последовательность элементов в периодич. системе. При увеличении Z для внутр. оболочек восстанавливается нормальная последовательность оболочек по энергиям связи в них электронов, когда электроны с меньшим n связаны прочнее, чем электроны с большим n , независимо от значений l . Это происходит потому, что при возрастании Z разница в энергиях связи электронов с данным n , но разл. значениями l , становится менее существенной.

Наряду с нормальной электронной конфигурацией А., соответствующей наиб. прочной энергии связи всех электронов, при возбуждении одного или неск. электронов получают возбуждённые электронные конфигурации. Каждой электронной конфигурации в случае полностью укомплектованных оболочек соответствует один уровень энергии А., а в случае недоукомплектованных внутр. оболочек (напр., $s, p, p^2, p^3, sp, \dots$) — ряд уровней энергии. Самый глубокий уровень энергии нормальной конфигурации А. наз. основным, все остальные уровни энергии — возбуждённые.

А. гелия имеет нормальную конфигурацию $1s^2$ и возбуждённые конфигурации $1s2s, 1s2p, 1s3s, 1s3p, 1s3d, \dots$ (возбуждён один электрон) и $2s^2, 2s2p, 2s3s, 2p^2, 2p3s, \dots$ (возбуждены оба электрона). Нормальной электронной конфигурации и конфигурациям $2s^2, 3s^2, \dots$ содержащим электроны с одинаковым n и $l=0$, соответствует по одному уровню энергии, остальным конфигурациям — по несколько уровней энергии. При этом все уровни энергии разбиваются на две системы уровней: систему уровней ортогогелия и систему уровней парагелия; первая соответствует параллельной ориентации спинов электронов [спиновые моменты электронов $M_{s1}=1/2$ и $M_{s2}=1/2$ (в единицах \hbar) складываются в полный спиновый момент, равный 1], вторая — антипараллельной ориентации спинов (спиновые моменты компенсируются и полный спиновый момент равен нулю). Для нормальной конфигурации гелия ($1s^2$) вследствие принципа Паули возможна только антипараллельная ориентация спинов электронов, соответствующая парагелию.

Периодичность хим., оптич., электрич. и магн. свойств А. разл. элементов в зависимости от Z связана со сходным строением внеш. электронных оболочек, определяющим эти свойства. Эта периодичность сохраняется и для ионов: теряя один электрон, А. становится подобен по ряду свойств атомам предыдущей группы элементов (напр., однократно ионизованные щелочноземельные А. — атомам щелочных металлов). Сходными свойствами обладают члены изоэлектронного ряда. Совр. техника эксперимента позволяет получать многозарядные ионы тяжёлых элементов и исследовать их. Для таких высокоионизованных атомов $Z \gg \sigma_{nl}$ и масштаб энергий возрастает $\sim Z^2$.

Влияние на атом электрических и магнитных полей. А. — система электрически заряженных частиц, поэтому на него оказывают воздействие внеш. электрич. и магн. поля. Свободные А. не могут обладать постоян-

ным электрическим дипольным моментом, но во внеш. электрич. поле они поляризуются — приобретают индуцированный дипольный момент (см. *Поляризуемость атомов, ионов и молекул*). Большинство А. обладают

$5s^2 4d^{10} 5p^6$	$6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$	$7s^2 5f^{14}$
5 6 6	6 7 7 7	7 8
5	6	7
18	32	32

пост. магн. моментом, отличным от нуля и зависящим от того, как складываются спиновые и орбитальные моменты электронов. А. с целиком заполненными электронными оболочками, в частности А. инертных газов и щелочноземельных металлов, не имеют магн. момента, т. к. для любой заполненной оболочки все моменты (спиновые и орбитальные) отд. электронов при сложении компенсируются. А. с частично заполненными оболочками, как правило, имеют магн. моменты и являются парамагнитными (см. *Парамагнетизм*). Все А. обладают *диамагнетизмом*, к-рый обусловлен появлением у них магн. момента под действием внеш. магн. поля.

Во внеш. электрич. поле А. приобретает дополнит. энергию и его уровни расщепляются, т. е. происходит снятие вырождения уровней энергии свободного А. кратности $2J+1$, где квантовое число J определяет величину полного момента импульса А. В результате расщепления уровней энергии расщепляются и спектральные линии в спектре А. (см. *Зеемана эффект, Штарка эффект*).

Магн. поле вызывает прецессию электронной оболочки вокруг направления поля (см. *Лармора прецессия*). Дополнит. энергия, к-рую А. приобретает в магн. поле, зависит от абс. величины и знака квантового числа m_j , определяющего проекцию полного момента на некое направление. Т. к. m_j принимает $2J+1$ значение, то уровень энергии в магн. поле расщепляется на $2J+1$ подуровней.

Во внеш. электрич. поле дополнит. энергия, к-рую приобретает А., не зависит от знака m_j , поэтому в электрич. поле происходит неполное расщепление уровней энергии — подуровни с $|m_j| > 0$ дважды вырождены (уровень с $m_j=0$ невырожден).

На А., находящийся в связанном состоянии, существуют оказывают неоднородные поля окружающих частиц. Особенно значительны воздействия электрич. полей, воздействия магн. полей играют меньшую роль. Уровни энергии ионов в кристалле или растворе могут сильно отличаться от уровней энергии свободного иона и терять дискретную структуру. Дискретная структура уровней может сохраняться в кристалле у ионов с достаивающимися d - и f -оболочками, действие на них полей окружающих частиц сводится к расщеплению уровней энергии, зависящему от симметрии поля. А., входящий в состав молекулы, ещё более отличается от свободного, т. к. внеш. электроны, определяющие осн. свойства А., участвуют в образовании хим. связи и лишь внутр. оболочки А. изменяются мало.

Для изучения свойств А. очень важно рассмотрение его поведения в газе и плазме, где действие на А. электрич. полей окружающих частиц приводит, в частности, к *уширению спектральных линий*.

Лит.: 1) Шпольский Э. В., *Атомная физика*, т. 1, 7 изд., М., 1984; 2) Борн М., *Атомная физика*, пер. с англ., 3 изд., М., 1970; 3) Зоммерфельд А., *Строение атома и спектры*, пер. с нем., т. 1—2, М., 1956; 4) Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., *Квантовая механика. Нерелятивистская теория*, 3 изд., М., 1974; 5) Давыдов А. С., *Квантовая механика*, 2 изд., М., 1973; 6) Фано У., Фано Л., *Физика атомов и молекул*, пер. с англ., М., 1980; 7) Moore C. E., *Atomic energy levels*, v. 1—3, Wash., 1949—58; 8) Bashkin S., Stoner J., *Atomic energy level and g-factor diagrams*, v. 1—3, Amst., 1975—81.

АТОМНАЯ ЕДИНИЦА МАССЫ, а. е. м., — единица массы, равная $1/12$ массы изотопа углерода ^{12}C ; применяется в атомной и ядерной физике для выражения масс элементарных частиц, атомов, молекул.

1 а. е. м. — $1,6605655(86) \cdot 10^{-27}$ кг (на 1984).
Для перевода значений масс m частиц, выраженных в а. е. м., в единицу массы СИ (кг) пользуются ф-лой