**Электронная оболочка атома**

Движение электрона в атоме носит вероятностный характер. Околоядерное пространство, в котором с наибольшей вероятностью (0,90 - 0,95) может находиться электрон, называется атомной орбиталью (АО). Атомная орбиталь, как любая геометрическая фигура, характеризуется тремя параметрами (координатами), получившими название квантовых чисел (n, *l*, m *l*, m*s*). Квантовые числа принимают не любые, а определенные, дискретные (прерывные) значения. Соседние значения квантовых чисел различаются на единицу. Квантовые числа определяют размеры (n), форму (*l*), ориентацию (m *l*) атомной орбитали в пространстве. Атомные орбитали, которым отвечают значения *l*, равные 0, 1, 2, 3 называются соответственно *s-, p-, d-* и *f-*орбиталями. В электронно-графических формулах атомов каждая атомная орбиталь обозначается квадратом ( □ ). Занимая ту или иную атомную

орбиталь, электрон образует электронное облако, которое у электронов одного и того же атома может иметь различную форму. Электронное облако характеризуется четырьмя квантовыми числами (*n, l, m l, ms*). Эти квантовые числа связаны с физическими свойствами электрона: число *n* (главное квантовое число) характеризует энергетический(квантовый) уровень электрона; число *l* (орбитальное) – момент количества движения (энергетический подуровень); число *ml* (магнитное) - магнитный момент; *ms*- спин. Спин возникает за счет вращения электрона вокруг собственной оси.

Согласно ***принципу Паули: в атоме не может быть двух электронов, характеризующихся одинаковым набором 4х- квантовых чисел. Поэтому в атомной орбитали могут находиться не более двух электронов, отличающихся своими спинами (ms= ± 1/2).***

В табл. 1 приведены значения и обозначения квантовых чисел, а также число электронов на соответствующем энергетическом уровне и подуровне.

Устойчивому (невозбужденному) состоянию многоэлектронного атома отвечает такое распределение электронов по атомным орбиталям, при котором энергия атома минимальна. Поэтому они заполняются в порядке последовательного возрастания их энергий. Этот порядок заполнения

определяется правилом Клечковского (правило n+*l*):

***- заполнение электронных подуровней с увеличением порядкового номера атома элемента***

***происходит от меньшего значения(n +l) к большему значению(n +l);***

***- при равных значениях(n +l) заполняются сначала энергетические подуровни с меньшим значением n.***

Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней следующая:

1s→2s→2p→3s→3p→4s→3d→4p→5s→4d→5p→6s→(5d1) →

→4f →5d→6p →7s→(6d1) →5f→6d→7p.

Электронная структура атома может быть изображена также в виде схем размещения электронов в квантовых (энергетических) ячейках, которые являются схематическим изображением атомных орбиталей. Размещение электронов по атомным орбиталям в пределах одного энергетического уровня

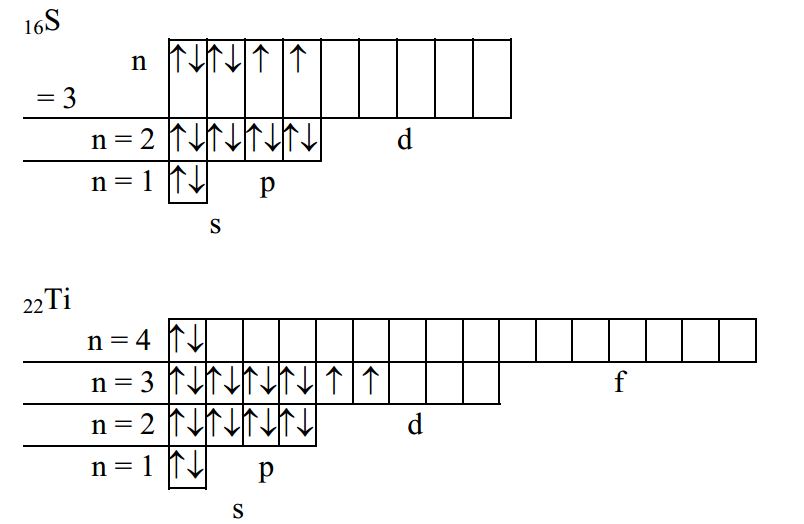
определяется ***правилом Хунда(Гунда): электроны в пределах энергетического подуровня располагаются сначала по одному, а затем если электронов больше чем орбиталей, то они заполняются уже двумя электронами или чтобы суммарный спин был максимальным.***

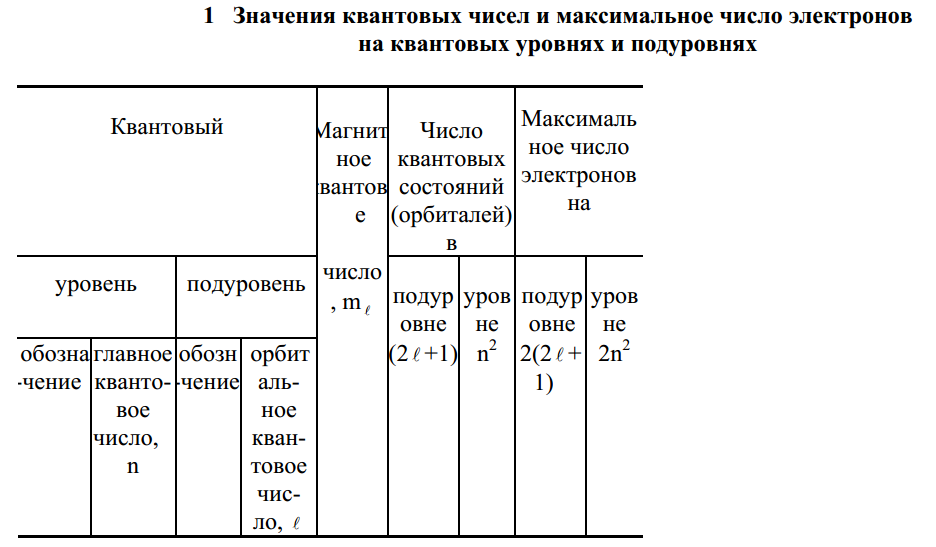
**П р и м е р** Составьте электронные и электронно-графические формулы атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 22.

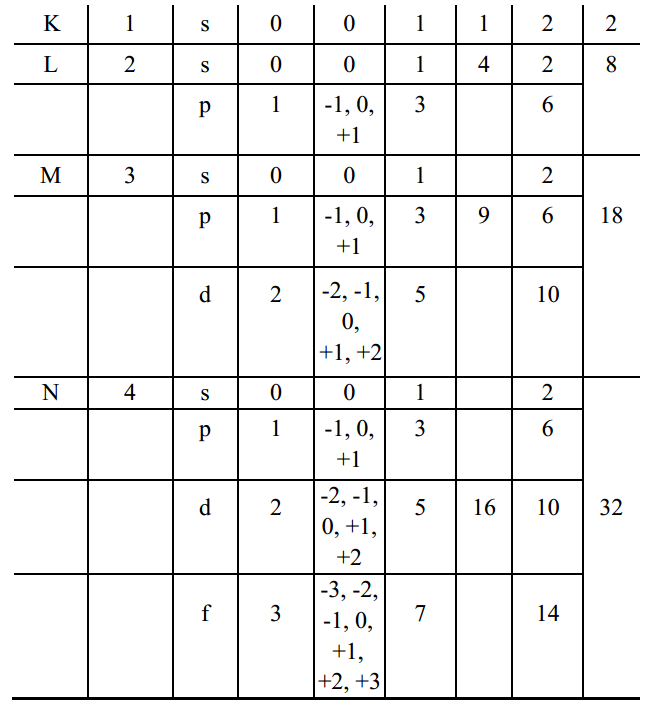
Решение Так как число электронов в атоме того или иного элемента равно его порядковому номеру в таблице Д. И. Менделеева, то для серы-Z = 16, титана- Z = 22. Электронные формулы имеют вид:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16S | 1s | 22s | 22p | 63s | 23p4 |  |  |
| 22Ti | 1s | 22s | 22p | 63s | 23p | 64s | 23d2 |

Электронно-графические формулы этих атомов:





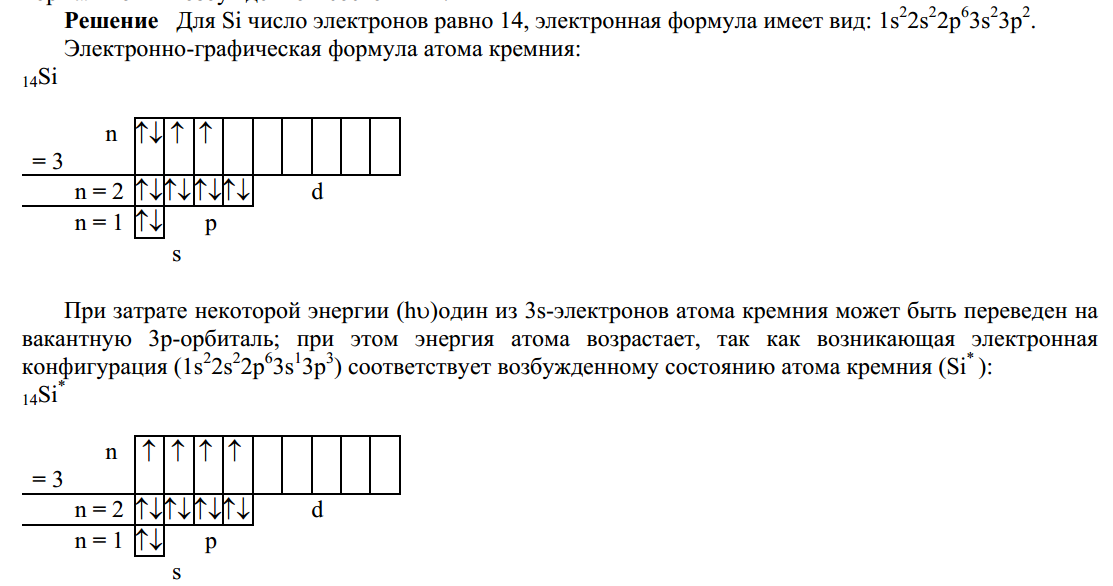


**П р и м е р** Какой энергетический подуровень будет заполняться раньше 3d или 4s?

Решение В соответствии с принципом наименьшей энергии (правило Клечковского) энергетическому подуровню 3d соответствует сумма n+*l*= 3 + + 2 = 5, а4s соответствует сумма4 + 0 =

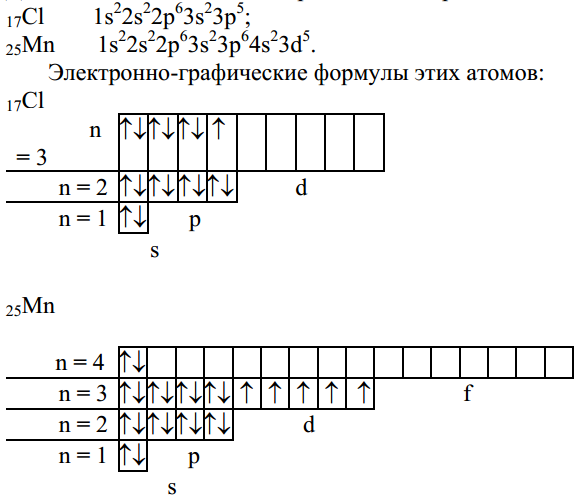
4. Следовательно, сначала заполнится подуровень4s, а затем3d.

**П р и м е р** Составьте электронную и электронно-графическую формулы атома кремния в нормальном и возбужденном состояниях.



**П р и м е р** На каком основании хлор и марганец помещают в одной группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева? Почему их помещают в разных подгруппах?

Решение Так как число электронов в атоме элемента равно его порядковому номеру в таблице Д.И. Менделеева, то для хлора- Z = 17, марганца- Z = 25. Электронные формулы имеют вид:



Валентные электроны хлора- 3s23p5, а марганца- 4s23d5. Таким образом, эти элементы не являются электронными аналогами и не должны размещаться в одной и той же подгруппе. Но на валентных орбиталях атомов этих элементов находится одинаковое число электронов- 7. Поэтому оба элемента

помещают в одну и ту же группу периодической системы Д. И. Менделеева.

**Задачи**

156 Чему равно число энергетических подуровней для данного энергетического уровня? Каким значением главного квантового числа характеризуется энергетический уровень, если он имеет 4 подуровня? Дайте их буквенное обозначение.

157 Какой элемент имеет в атоме три электрона, для каждого из которых *n* = 3 и *l* = 1? Чему равно для них значение магнитного квантового числа? Должны ли они иметь антипараллельные спины?

158 Укажите значения квантовых чисел *n* и *l* для внешних электронов в атомах элементов с порядковыми номерами 12, 13, 23.

159 Напишите электронные и электронно - графические формулы атомов с порядковыми номерами18, 63. К какому электронному семейству они относятся?

160 Объясните, пользуясь правилом Клечковского, какие атомные орбитали заполняются раньше:

а) 3d или 4р; б) 4f или 5p; в) 5p или 6s; г) 4d или 4f.

161 Напишите электронные и электронно-графические формулы атомов с порядковыми номерами 27, 83. Сколько свободных f-орбиталей в атомах этих элементов?

162 Какие из приведенных электронных формул неверны и объясните причину:

а) 1s12s22p6

б) 1s22s22p63s23p54s1;

в) 1s22s22p63s1;

г)1s22s22p63s23p63d4;

д) 1s22s22p3;

е) 1s22s3.

163 Какие значения могут принимать квантовые числа *n,* *l, ml* и *ms*, характеризующие состояние электронов в атоме алюминия.

164 Какое максимальное число электронов находится на *s-, p-, d-, f* подуровнях? Напишите электронную и электронно-графическую формулу атома с порядковым номером 51.

165 Какое максимальное число электронов может находиться на уровнях К, L, M, N, O, P? Что такое квантовые числа?

166 Квантовые числа для электронов внешнего энергетического уровня атома некоторого элемента имеют следующие значения: *n* = 5, *l*= 0, *ml*= 0*, ms*= + 1/2. Сколько свободных 4d-орбиталей

содержит атом данного элемента. Напишите электронную и электронно-графическую формулу данного атома?

167 Напишите значения квантовых чисел *l, ml* и *ms* для электронов, главные квантовые числа которых равны 3 и 4.

168 Укажите порядковый номер элемента у которого:

а) заканчивается заполнение электронами3d-орбитали;

б) заканчивается заполнение электронами 4s-орбитали;

в) начинается заполнение электронами 4p-орбитали;

г) начинается заполнение электронами 4f-орбитали.

169 Сколько вакантных 3d-орбиталей имеют возбужденные атомы:

а) серы; б) хлора; в) фосфора; г) ванадия?

170 Укажите значения квантовых чисел *n* и *l* для внешних электронов в атомах элементов с порядковыми номерами 10, 15, 33.

171 Какое значение имеет: а) орбитальное квантовое число для энергетических подуровней, емкость которых равна10 и 14; б) главное квантовое число для энергетических уровней, емкость которых равна 32, 50, 72?

172 Учитывая емкость энергетических уровней, покажите сколько их содержит электронная оболочка атома из18, 36, 54 и 86 электронов.

173 Сколько неспаренных электронов содержат атомы в невозбужденном состоянии: а) магния; б) алюминия; в) углерода; г) бора; д) серы?

174 Напишите электронные и электронно-графические формулы атомов элементов с порядковыми номерами 39 и 41. Сколько свободных d-орбиталей в атомах этих элементов.

175 Напишите электронные и электронно-графические формулы атомов элементов с порядковыми номерами 24 и 33, учитывая, что у первого происходит "провал" одного 4s-электрона на 3d-подуровень. Чему равен максимальный спин d-электронов у первого атома и p-электронов у атомов второго элемента?

176 Напишите электронные формулы атомов элементов: а) цезия; б) бро-ма; в) ванадия; г) молибдена; д) железа; е) титана; ж) кальция; з) олова; и) хлора; к) брома; л) кобальта; м) платины; н) свинца; o) марганца; п) серы.

177 Сколько электронов находится на энергетических уровнях, если главное квантовое число равно 2, 3 и 4?

178 Сколько электронов находится на:

а) 4f- и 5d-подуровнях атома свинца;

б) 5s- и 4d-подуровнях атома цезия;

в) 5d- и 4f-подуровнях атома вольфрама;

г) 3p- и 3d-подуровнях атома кобальта;

д) 3d- и 4s-подуровнях атома мышьяка?

179 Сколько нейтронов в ядрах атомов: а) фосфора; б) свинца; в) магния; г) кремния; д) олова; е) серебра; ж) висмута; з) кадмия; и) железа?

180 Какое максимальное валентное состояние могут проявлять: а) олово; б) вольфрам; в) алюминий; г) висмут; д) кальций; е) титан; ж) кислород; з) фтор; и) хлор?

181 Сколько свободных f-орбиталей содержат атомы элементов с порядковыми номерами 57, 68 и 82? Пользуясь правилом Хунда, распределите электроны по орбиталям.

182 Исходя из электронного строения атомов фтора и хлора объясните сходство и различие свойств этих элементов.

183 Пользуясь правилом Клечковского напишите электронные формулы атомов следующих элементов: а) марганца; б) хрома; в) циркония; г) гафния.

185 Пользуясь правилом Хунда, распределите электроны по орбиталям, отвечающим невозбужденному состоянию атомов: а) фосфора; б) углерода; в) марганца; г) кислорода; д) железа.

186 Пользуясь правилом Хунда, распределите электроны по орбиталям, отвечающим возбужденному состоянию атомов: а) бора; б) серы; в) хлора.

