

## Практическое занятие № 2

### Строение атомов

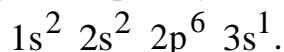
#### Примеры решения задач

##### Пример 1.

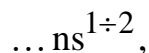
Напишите полные электронные формулы и сокращенные элементов с порядковыми номерами 11, 17 и 23. Определите валентность этих элементов в нормальном и возбужденном состояниях.

Элемент с порядковым номером 11 – натрий. Натрий располагается в третьем периоде в первой группе, главная подгруппа. Он относится к s–элементам. Порядковый номер показывает величину положительного заряда ядра и число электронов в оболочке атома. В атоме натрия 11 электронов и величина заряда ядра (+11).

Полная электронная формула натрия будет:

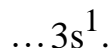


В сокращенную электронную формулу элемента входят подуровни с валентными электронами. Для s– элементов сокращенная электронная формула в общем, виде:



где n – номер внешнего уровня или номер периода, в котором находится элемент.

Для натрия сокращенная электронная формула будет:



Сокращенная электронная формула в виде квантовых ячеек имеет вид:



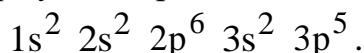
Валентность элемента определяется числом неспаренных электронов, находящихся на внешнем энергетическом уровне. Так как на внешнем энергетическом уровне в атоме натрия находится один электрон, его валентность равна 1.

Переменная валентность возможна в случае, когда на внешнем уровне атома имеются спаренные электроны, которые могут разъединяться и переходить на другие подуровни и свободные атомные орбитали. Но этот переход возможен только в пределах одного квантового уровня

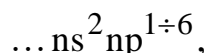
В атоме натрия на внешнем уровне нет спаренных электронов, поэтому у него возможно только одно валентное состояние.

Элемент с порядковым номером 17 – хлор. Хлор располагается в 3 периоде, 7 группе, главной подгруппе. Относится к p – элементам. Заряд ядра атома (+17) и в оболочке атома 17 электрона.

Полная электронная формула хлора:

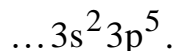


Сокращенная электронная формула для  $p$  – элементов:

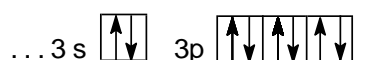


где  $n$  – номер внешнего уровня или номер периода, в котором находится элемент.

Для хлора сокращенная электронная формула будет:

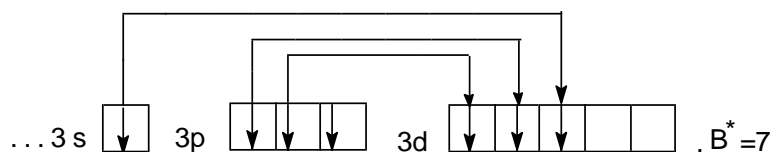


Сокращенная электронная формула хлора в виде квантовых ячеек имеет вид:



Так как на внешнем энергетическом уровне атома хлора в нормальном состоянии имеется один неспаренный электрон, то его валентность в этом состоянии равна 1.

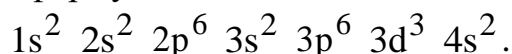
При возбуждении атома спаренные электроны  $3p$ – подуровня разъединяются и переходят на свободный  $d$ – подуровень третьего энергетического уровня:



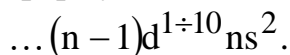
Число неспаренных электронов на внешнем уровне увеличивается до 7. Валентность хлора в возбужденном состоянии максимально равна 7.

Элемент с порядковым номером 23 – ванадий. Ванадий располагается в 4 периоде, 5 группе, побочной подгруппе. Относится к  $d$ – элементам. Заряд ядра атома ванадия (+23), число электронов в оболочке – 17.

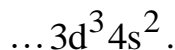
Полная электронная формула ванадия:



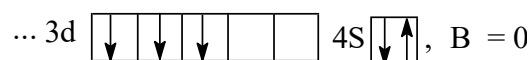
Сокращенная электронная формула  $d$  – элементов в общем, виде:



Для ванадия будет:



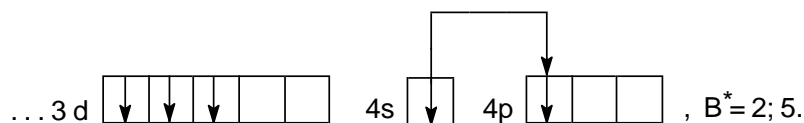
Сокращенная электронная формула ванадия в виде квантовых ячеек:



Так как на внешнем  $4s$ – подуровне в нормальном состоянии нет неспаренных электронов, валентность ванадия будет равна 0.

При возбуждении атома происходит разъединение внешних спаренных  $4s$ – электронов, один из которых перейдет на свободный  $4p$  –

подуровень (так как распаривание электронов возможно только в пределах одного энергетического уровня и на 3d – подуровень электрон не сможет перейти, т.к. это другой уровень):



Валентность ванадия в возбужденном состоянии будет равна 2, и максимальная валентность – 5.

21. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 9 и 28. К какому электронному семейству относится каждый из них?

21. Напишите электронные формулы атомов фосфора и ванадия. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

22. Какое максимальное число электронов могут занимать  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и  $f$ - орбитали данного энергетического уровня? Почему?

23. Напишите электронные формулы атомов марганца и селена. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

24. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше  $4s$  или  $3d$ ;  $5s$  или  $4p$ ? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента, порядковый номер которого 21.

26. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 17 и 29. Учтите, что у последнего происходит провал одного  $4s$ -электрона на  $3d$ -подуровень. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

27. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше:  $4d$  или  $5s$ ;  $6s$  или  $5p$ ? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента, порядковый номер которого 43.

28. Что такое изотопы? Чем можно объяснить дробность атомных весов большинства элементов периодической системы? Могут ли атомы разных элементов иметь одинаковый вес? Как называются подобные атомы?

29. В чем сущность  $\alpha^-$ ,  $\beta^-$ ,  $\beta^+$  - радиоактивного распада? Изотоп какого элемента получится в результате последовательного излучения  $4\alpha$ - и  $2\beta^-$ - частиц

атомным ядром  $^{238}\text{U}$ ?

30. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 14 и 40. Какие электроны этих атомов являются валентными?

31. Какую радиоактивность называют искусственной? Изотоп какого элемента образуется в результате ядерной реакции, происходящей при бомбардировке ядер атомов  $^{27}\text{Al}$  протонами, если при этом поглощается один протон и выделяется одна  $\alpha$  - частица. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

32. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 28. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов и какие электроны их атомов являются валентными?

33. Изотоп какого элемента образуется в результате ядерной реакции, происходящей при бомбардировке ядер атомов  $^{54}\text{Fe}$   $\alpha$ -частицами, если при этом поглощается одна  $\alpha$ -частица и выделяется один нейтрон. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

34. Сколько и какие значения может принимать магнитное квантовое число  $m_l$  при орбитальном квантовом числе  $l = 0; 1; 2$  и  $3$ ? Какие элементы в периодической системе носят название  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -,  $f$ -элементов? Приведите примеры.

35. Какие значения могут принимать квантовые числа  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ , и  $m_s$ , характеризующие состояние электронов в атоме. Какие значения они принимают для внешних электронов атома магния?

36. Чем отличается последовательность в заполнении атомных орбиталей у атомов  $d$ -элементов, от последовательности заполнения их у атомов  $s$  - и  $p$  - элементов. Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 46, учитывая, что, находясь в пятом периоде, атомы этого элемента на пятом энергетическом уровне не содержат ни одного электрона.

37. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 24 и 33, учитывая, что у первого происходит провал одного  $4s$  - электрона на  $3d$  - подуровень. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов и какие электроны их атомов являются валентными?

38. Значения какого квантового числа определяют число  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и  $f$  - орбиталей на энергетическом уровне? Сколько всего  $s$ -,  $p$ - и  $d$ -электронов в атоме кобальта?

39. В чем заключается принцип несовместимости Паули? Может ли быть на каком-нибудь подуровне атома  $p^7$ - или  $d^{12}$ - электронов? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 22 и укажите его валентные электроны.

40. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 32 и 42, учитывая, что у последнего происходит провал одного  $5s$ -электрона на  $4d$  - подуровень. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов и какие электроны их атомов являются валентными?

### **Периодическая система элементов Д. И. Менделеева**

41. Исходя из положения германия, цезия и технеция в периодической системе составьте формулы следующих соединений: мета - и ортогерманиевой кислот, дигидро - фосфата цезия и оксида технеция, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

42. Что такое энергия ионизации? В каких единицах она выражается? Как изменяется восстановительная активность  $s$ - и  $p$  - элементов в группах периодической системы с увеличением порядкового номера? Почему?

43. Что такое электроотрицательность? Как изменяется электроотрицательность  $p$  - элементов в периоде; в группе периодической системы с увеличением порядкового номера?

44. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе составьте формулы следующих соединений: водородного соединения германия, рениевой кислоты и оксида молибдена, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

45. Что такое сродство к электрону? В каких единицах оно выражается? Как изменяется окислительная активность неметаллов в периоде и в группе периодической системы с увеличением порядкового номера. Ответ мотивируйте строением атома соответствующих элементов.

46. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется химический характер этих соединений при переходе от натрия к хлору?

47. Какой из элементов четвертого периода - ванадий или мышьяк -

обладает более выраженными металлическими свойствами? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте исходя из строения атомов данных элементов.

48. Какие элементы образуют газообразные соединения с водородом? В каких группах периодической системы находятся эти элементы? Составьте формулы водородных и кислородных соединений хлора, теллура и сурьмы, отвечающих их низшей и высшей степеням окисления.

49. У какого элемента четвертого периода - хрома или селена - сильнее выражены металлические свойства? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте строением атомов хрома и селена.

50. Какую низшую степень окисления проявляют хлор, сера, азот и углерод? Почему? Составьте формулы соединений алюминия с данными элементами в этой их степени окисления. Как называются соответствующие соединения?

51. У какого из *p*-элементов пятой группы периодической системы - фосфора или сурьмы - сильнее выражены неметаллические свойства? Какой из водородных соединений данных элементов является более сильным восстановителем? Ответ мотивируйте строением атома этих элементов.

52. Исходя из положения металла в периодической системе дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов более сильное основание:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  или  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  или  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ?

53. Почему марганец проявляет металлические свойства, а хлор - неметаллические? Ответ мотивируйте строением атомов этих элементов. Напишите формулы оксидов и гидроксидов хлора и марганца.

54. Какую низшую степень окисления проявляют водород, фтор, сера и азот? Почему? Составьте формулы соединений кальция с данными элементами в этой их степени окисления. Как называются соответствующие соединения?

55. Какую низшую и высшую степень окисления проявляют кремний, мышьяк, селен и хлор? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.

56. К какому семейству относятся элементы, в атомах которых последний электрон поступает на  $4f$ - и на  $5f$ - орбитали? Сколько элементов

включает каждое из этих семейств. Как отражается на свойствах этих элементов электронное строение их атомов?

57. Атомные веса элементов в периодической системе непрерывно увеличиваются, тогда, как свойства простых тел изменяются периодически? Чем это можно объяснить?

58. Какова современная формулировка периодического закона? Объясните, почему в периодической системе элементов аргон, кобальт, теллур и торий помещены соответственно перед калием, никелем, йодом и протактинием, хотя и имеют больший атомный вес?

59. Какую низшую и высшую степень окисления проявляют углерод, фосфор, сера и йод? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.

60. Какую высшую степень окисления могут проявлять германий, ванадий, марганец и ксенон? Почему? Составьте формулы оксидов данных элементов, отвечающих этой степени окисления.