541
С86

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА

Кафедра «Общая и неорганическая химия»

СТРОЕНИЕ АТОМА

Методические указания к практическим занятиям по курсу общей и неорганической химии для студентов химических и нехимических специальностей дневной и вечерней форм обучения

БИБЛИОТЕКА
НГТУ

Нижний Новгород

2007

Составители: Л.А.Смирнова, Ж.В.Мацулевич, Г.А.Паничева, Г.Ф.Володин, Л.Н.Четырбок, С.В.Краснодубская
УДК 54 (07)

СТРОЕНИЕ АТОМА : метод. указания к практ. занятиям по курсу общей и неорганической химии для студентов химических и нехимических специальностей дневной и вечерней форм обучения/ НГТУ; сост.: Л.А.Смирнова и др. Н.Новгород, 2007-39 с.

Метод 541 Бр. задания для текущего
контро С 86 дач по строению атома.

Строение атома.
07 0-00

ага газетная
раж 1500 экз.

ческий
ия НГТУ.
24.

царственный
ет
07

Для определения основного состояния многоэлектронного атома орбитали заполняют электронами в порядке возрастания их энергий до тех пор, пока не будут размещены все электроны. Теоретически число энергетических уровней бесконечно, но в основном бывают заняты уровни с самой низкой энергией. Расстояние между двумя энергетическими уровнями уменьшается по мере их удаления от ядра.

Распределение электронов в атомах элементов определяется тремя основными положениями: принципом Паули, принципом наименьшей энергии и правилом Гунда. Принцип Паули: в атоме не может быть двух электронов с одинаковыми значениями всех четырех квантовых чисел, т.е. два электрона должны отличаться по крайней мере значениями одного квантового числа.

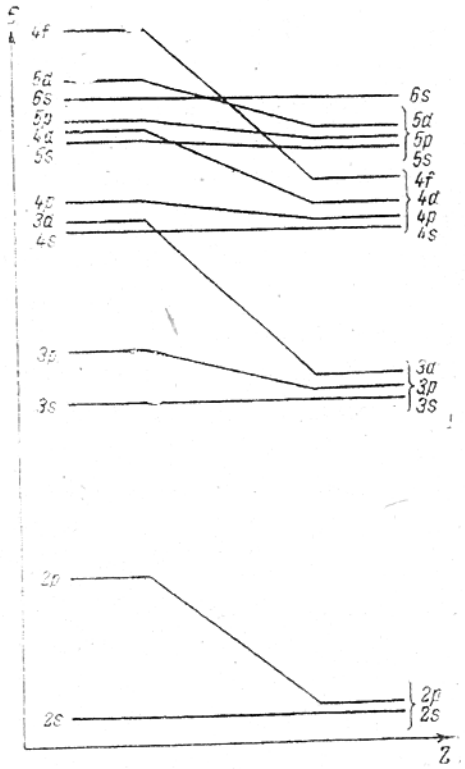


Рис. 1. Зависимость энергии атомных орбиталей от порядкового номера элемента

Правило Гунда: устойчивому состоянию атома соответствует такое распределение электронов в пределах энергетического подуровня , при котором абсолютное значение суммарного спина атома максимально. Таким образом, заполнение орбиталей, отвечающей низшему энергетическому состоянию атома, происходит следующим образом: сначала электроны располагаются по орбиталям, отвечающим различным значениям магнитного квантового числа, и только после того

как все орбитали однократно заполнены, в орбиталях появляется второй электрон с противоположно направленным спином.

Наиболее устойчиво состояние атома, в котором электроны имеют наиболее низкую энергию, т.е. находятся в наиболее близких к ядру слоях. Поэтому электрон не занимает вышележащего энергетического уровня, если в нижележащем уровне есть места. Так как энергия электрона, в основном, определяется значениями квантовых чисел n и ℓ, то сначала заполняются подуровни с наименьшим значением суммы (n + ℓ), а при равенстве этих сумм предпочтение отдается подуровню с наименьшим значением *n*. Максимальное число электронов на подуровне согласно принципу Паули будет 2(2 ℓ +1), число орбиталей данного энергетического уровня n^2, а число электронов на этом уровне 2 n^2.

Чем меньше величина квантового числа, тем меньше энергия состояния электрона, и поэтому, допуская, что квантовые состояния не вырождены, следует ожидать такого порядка увеличения энергий состояния:

1s<2s<2p<3s<3p<3d<4s<4p<4d<4f<5s<5p<5d<5f<6s...

Однако экспериментально было доказано, что энергии подуровней ns и n(n-1)d; n(n-1)d и n(n-2)f близки, поэтому последовательность возрастания энергии такова:

1s<2s<2p<3s<3p<4s<3d<4p<5s<4d<5p<6s≈4f≈5d<6p<7s<5f≈6d<7p

Такой неожиданный порядок заполнения электронных состояний объясняется расщеплением электронных уровней энергии по мере того, как в атоме накапливается все больше электронов.

На рис.1 показана зависимость энергии атомных орбиталей от порядкового номера элемента.

РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

ПРИМЕР I. Напишите электронные формулы элементов №32 и №43. Определите:

1) место элементов в периодической системе (группа, подгруппа, период);

2) распределение валентных электронов по атомным орбиталям в нормальном и возбужденном состоянии; высшую степень окисления

3) формулу их высших соединений с кислородом и укажите их характер;

4) какой из этих элементов обазует газообразное соединение с водородом и какова формула этого соединения;

5) какие кантовые числа характеризуют их валентные электроны.

РЕШЕНИЕ. Порядковый номер элемента соответствует заряду его атома и, следовательно, количеству электронов в атоме. Зная порядок заполнения атомных орбиталей и максимальную емкость каждого квантового подуровня, можем записать электронную формулу элемента №32 следующим образом:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

Внешним у этого элемента является четвертый квантовый уровень (n=4), поэтому он расположен в 4-м периоде. Количество электронов на внешнем квантовом уровне равно 4, значит, он находится в 4-й группе, и так как это p-элемент (ℓ=1) – в главной подгруппе. Магнитное квантовое число для электронов, завершающих электронную формулу, может принимать любое из значений: -1, 0, 1. Распределение валентных электронов по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии следующее:



Суммарный спин в основном состоянии ∑S=1.

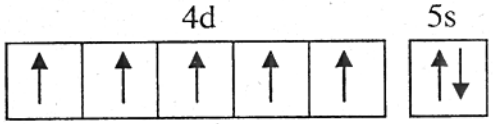
Высшая положительная степень окисления этого элемента равна +4, а высшая отрицательная степень окисления - 4. Его высшее соединение с кислородом имеет формулу $ЭO_2$ (GeO_2) и обладает амфотерными свойствами. С водородом элемент дает газообразное соединение состава GeH_4.

Элемент № 43 имеет электронную формулу:

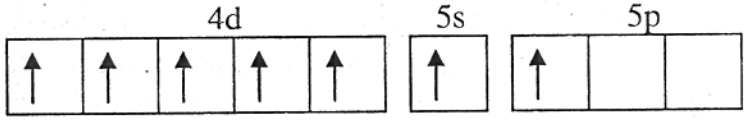
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^2$

Внешним у него является пятый квантовый уровень (n=5), поэтому он расположен в 5 – м периоде, в 7 – й группе, так как сумма электронов на внешнем 5s подуровне и незавершенном 4d подуровне равна 7, и так как это d элемент - в побочной подгруппе (ℓ=2) . Магнитное квантовое число для электронов, завершающих электронную формулу, может принимать значения: -2, -1, 0, 1, 2.

Распределение валентных электронов по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии следующее:



Суммарный спин в основном состоянии ∑S=2,5.



Максимальная положительная степень окисления этого элемента +7. Его высшее соединение с кислородом имеет формулу $Э_2O_7$ (Tc_2O_7).

ЗАДАНИЕ 1

1. Назовите, запишите и расшифруйте соотношение, констатирующее двойственную (волновую и корпускулярную) природу микрочастиц. Укажите границы целесообразной применимости этого соотношения.
2. Назовите квантовые числа электронов в атомах, укажите их разрешенные значения и их взаимосвязь. Опишите через набор квантовых чисел понятия : энергетический уровень, подуровень, квантовый слой, подслой, атомная орбиталь. Укажите буквенные обозначения слоев, подслоев и атомных орбиталей.

3. Какие элементы называются полными и неполными электронными аналогами?
4. Напишите электронные формулы элементов №12 и №25. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные степени окисления и принадлежность к металлам, неметаллам. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома …$3s^1$ напишите электронные конфигурации электронных аналогов этого элемента. Укажите названия, группу, подгруппу, семейство, возможные степени окисления, изменение восстановительных свойств соответствующих химических элементов, а также изменение кислотно-основных свойств их гидроксидов в подгруппе. Что является количественной характеристикой восстановительной способности атомов в газовой фазе?
6. Для элемента, находящегося в 6-м периоде V группе главной подгруппе, составьте электронную формулу и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. По электронной формуле определите число электронов в его атоме, определите порядковый номер. Укажите название элемента и его принадлежность к семейству и классу металлов или неметаллов. Напишите электронную конфигурацию иона этого элемента с максимальной степенью окисления и электронный переход от атома к иону.

ЗАДАНИЕ 2

1. Охарактеризуйте сущность, свойства и физический смысл понятий: волновая функция, модуль её квадрата, произведение квадрата модуля волновой функции на элемент объёма,

электронное облако и его граничная поверхность.
2. Поясните с позиций квантовой теории строения атома структуру периодической системы и понятия: период, группа, подгруппа, семейство. Запишите электронные формулы внешнего электронного слоя первого и последнего элемента в периоде. Что такое атомный остов элементов данного периода?
3. Исходя из теории строения атома, объясните, почему высшая степень окисления элемента, как правило, не превышает номер его группы в периодической системе? Как объяснить исключения из этого правила в случае элементов f- семейства и элементов I группы побочной подгруппы?
4. Напишите электронные формулы элементов №19 и №43. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их положение в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные степени окисления и принадлежность к металлам, неметаллам. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих их электронные формулы?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4s^2 4p^5$ укажите название, период, группу, подгруппу, семейство, максимальную и минимальную возможные степени окисления элемента. Напишите электронную конфигурацию электронных аналогов этого элемента. Как изменяются в подгруппе окислительно-восстановительные свойства соответствующих химических элементов, а также кислотно-основные свойства гидроксидов элементов в высшей степени окисления. Металлы или неметаллы эти элементы? Что является количественной характеристикой окислительно-восстановительной способности обсуждаемых атомов в газовой фазе?
6. Для элемента, находящегося в 5 периоде VI группе главной подгруппе, составьте электронную формулу и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию

его ионов со степенью окисления +2 и -2 и электронный переход от атома к этим ионам. Укажите, как изменяются при этом размеры частиц.

ЗАДАНИЕ 3

1. Как изменяется полная энергия электрона в атоме по мере удаления его от ядра?
2. Какими квантовыми числами могут отличаться электроны на одном энергетическом подуровне; на одной орбитали?
3. Какие периоды состоят из элементов только главных подгрупп и почему?
4. Напишите электронные формулы элементов №38 и №49. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа одинаковы и различны для валентных электронов указанных элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4f^7 5d^1 6s^2$ определите группу, подгруппу и семейство элементов, наиболее вероятную степень окисления, принадлежность к классу металлов или неметаллов. Назовите электронные аналоги этого элемента и поясните, почему элементы этого семейства расположены в 6-м и 7-м периодах и отсутствуют в 1-5-м периодах? Чем можно объяснить близость свойств f-элементов?
6. Для элементов, находящихся в 4-м периоде VIII группе побочной подгруппе, составьте электронные формулы, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию его ионов со степенью окисления +2 и +3 и электронный переход от атома к этим ионам. Как при этом

изменяется радиус частиц? Оцените устойчивость этих ионов по мере роста заряда ядер.

ЗАДАНИЕ 4

1. В чем заключается соотношение неопределенностей Гейзенберга?
2. Какие периоды периодической системы называют малыми, а какие большими? Чем определяется число элементов в каждом из них? Какие периоды и почему содержат одинаковое число элементов?
3. Укажите допустимое число электронов на p- и d-подуровнях, а также форму граничных поверхностей p- и d- облаков.
4. Напишите электронные формулы элементов №14 и №24. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к семействам и классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа одинаковы для электронов, завершающих их электронные формулы?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4s^2 4p^3$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию электронных аналогов этого элемента и назовите их. Какие степени окисления характерны для этих элементов? Возможна ли для них отрицательная степень окисления? Как изменяется устойчивость максимальных степеней окисления? Какими свойствами может обладать элемент, его оксид и гидроксид? Как меняются радиусы атомов элементов главной подгруппы V группы с увеличением порядкового номера?
6. Для элемента, находящегося в 5-м периоде II группе главной

подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома в основном и возбужденном состоянии. Распределите электроны по атомным орбиталям. Напишите электронную конфигурацию иона с максимальной степенью окисления и электронный переход от атома к иону в газовой фазе. Как при этом изменяется радиус частицы?

ЗАДАНИЕ 5

1. Характеризуется ли движение электрона в атоме определенной траекторией? Что такое граничная поверхность электронного облака?
2. Какие энергетические состояния называются вырожденными? Чем определяется кратность вырождения? Какие значения она имеет для p-,d- и f- орбиталей?
3. Чем обусловлена склонность элементов побочных подгрупп к различным степеням окисления?
4. Напишите электронные формулы элементов №16 и №28. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронную формулу этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3s^2 3p^2$ укажите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Назовите его электронные аналоги. К металлам или неметаллам они относятся? Возможна ли для этих элементов отрицательная степень окисления? С точки зрения строения атома объясните, как изменяются кислотно-основные свойства этих элементов по группе?
6. Элементы каких электронных семейств в ходят в состав III

группы? Для элемента, находящегося в 6-м периоде III группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома, укажите валентные электроны и распишите их по атомным орбиталям. Напишите электронный переход от атома к иону со степенью окисления +1. Как при этом изменяется радиус частицы? Почему степень окисления +1 наиболее характерна для этого элемента? Что общее и отличное в электронном строении этого элемента и элемента №57?

ЗАДАНИЕ 6

1. Что определяет радиальная и угловая составляющая волновой функции?
2. Что называется сродством к электрону? Для каких элементов эта величина имеет наибольшее положительное значение и для каких отрицательное? Сравните сродство к электрону атомов азота и кислорода.
3. Чем объясняется большое сходство d-элементов 5-го и 6-го периодов, находящихся в одной и той же группе?
4. Напишите электронные формулы элементов с порядковыми номерами №51 и №73. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4d^1 5s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относится? Возможна ли для данных элементов отрицательная степень окисления? Как изменяются радиусы

атомов и величины энергии ионизации элементов III группы побочной подгруппы? Чем это объяснить?
6. Для элемента, находящегося в 6-м периоде I группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома в основном и возбужденном состоянии. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию иона со степенью окисления +1 и электронный переход от атома к иону. Как при этом изменяется радиус частицы?

ЗАДАНИЕ 7

1. Дайте определение понятия электронного облака и атомной орбитали. Какими квантовыми числами она характеризуется?
2. В атомах каких элементов осуществляется проскок электронов? Объясните причину этого эффекта.
3. Что общего в строении атомов элементов одной и той же группы; одной и той же подгруппы? Почему свойства кремния и свинца резко отличаются друг от друга?
4. Напишите электронные формулы элементов №17 и №22. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 5s^2 5p^4$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относится? Возможна ли для данных элементов отрицательная степень окисления? Кислотными, основными или

амфотерными свойствами обладают их оксиды и гидроксиды в максимальной степени окисления? Чем объяснить, что окислительная активность в ряду S-Se-Te уменьшается, а восстановительная увеличивается, а у элементов в положительной степени окисления (+4) наоборот, окислительные свойства увеличиваются, а восстановительные уменьшаются?
6. Для элемента, находящегося во 2 периоде VII группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и иона в низшей степени окисления. Напишите электронный переход от атома к этому иону. Как при этом изменяется радиус частицы? Какова общая формула валентных электронов для элементов главной подгруппы VII группы? Что определяет общность положения этих элементов в периодической системе? Почему хлор может проявлять степень окисления +7, а фтор нет? Что является количественной характеристикой окислительной способности атомов в газовой фазе?

ЗАДАНИЕ 8

1. Может ли возбужденный атом испускать фотон любой частоты?
2. Как связано с принципом Паули определение емкости энергетических уровней и подуровней?
3. Как изменяется энергия ионизации и сродство к электрону для элементов одного периода с увеличением порядкового номера элемента? Какие закономерности в изменении энергии ионизации и сродства к электрону будут наблюдаться для элементов одной группы?
4. Напишите электронные формулы элементов №14 и №22. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлеж-

ность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4d^{10}5s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относятся? Кислотными, основными или амфотерными свойствами обладают его оксиды и гидроксиды в максимальной степени окисления? Чем объяснить, что для кадмия I_1=8,994В, а для цинка I_1=9,394В?
6. Для элемента, находящегося в 3-м периоде V группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и иона в высшей степени окисления. Напишите электронный переход от атома к этому иону. Как изменяется радиус частицы при этом переходе? Возможна ли для этого элемента отрицательная степень окисления?

ЗАДАНИЕ 9

1. Чем определяется для данного энергетического уровня число подуровней, число атомных орбиталей и его электронная емкость?
2. Почему водород помещают в I или VIII группу периодической системы? Дайте обоснования обоим вариантам.
3. Почему в высшей степени окисления d-элементы (Cr и Mn) проявляют определенное сходство с p-элементами (S и Cl) той же группы? Покажите это на примере элементов VI и VII групп.
4. Напишите электронные формулы элементов №11 и №27. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлеж-

ность к семействам и классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные конфигурации этих элементов?

5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4f^{3}5d^{1}6s^{2}$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относится? Возможна ли для них отрицательная степень окисления? Какие электроны являются валентными у этих элементов? Почему эти элементы помещены в III группу? Что характерно для электронного строения лантаноидов?

6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде VI группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и иона в устойчивой степени окисления. Какие степени окисления характерны для элементов этой подгруппы? Определите степень окисления хрома в следующих соединениях: Cr_2O_3, $Cr(OH)_2$, $Fe(CrO_2)_3$, K_2CrO_4; какая из них наиболее устойчива? На основании табличных величин относительной электроотрицательности сделайте вывод об активности Cr, Mo, W. Напишите электронный переход от атома к иону со степенью окисления +2 в газовой фазе.

ЗАДАНИЕ 10

1. Запишите соотношение неопределенности Гейзенберга, поясните сущность вероятностного описания движения микрообъектов и, в частности, вероятностного описания состояния электронов в атомах.

2. Как изменяется полная энергия электронов по мере удаленности электронных слоев от ядра атома? Запишите последовательность возрастания энергии уровней, подуровней и атомных орбиталей в многоэлектронных атомах в зависимости от номера электронных слоев. Укажите квантовые числа, определяющие энергию уровня, подуровней и атомных орбиталей в невозбужденном атоме. Исчезнет ли вырожденность электронных состояний подуровня при возбуждении атомов внешними электрическим или магнитным полем? Как называются квантовые числа, ответственные за взаимодействие с указанными полями?

3. Определите понятия: орбитальный, эффективный металлический и ковалентный радиус атомов, радиусы катионов и анионов. Как они изменяются в периодах, группах, подгруппах и при превращении атомов в катионы и анионы?

4. Напишите электронные формулы элементов №33 и №42. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?

5. На основании электронной конфигурации элемента $\ldots 3d^{5}4s^{2}$ определите его место в периодической системе (период, группа, подгруппа). К металлам или неметаллам он относится? Какова его максимальная и минимальная положительная степень окисления? Напишите электронную конфигурацию электронных аналогов этого элемента. Назовите их и поясните, почему элементы этого семейства расположены в 4-7 периодах и отсутствуют в 1-3 периодах?

6. Для элемента, находящегося в 3-м периоде VII группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома , определите заряд ядра и порядковый номер элемента, а также распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронный переход от атома к иону со степенью окисления -1 и укажите, как изменяется радиус частицы при этом.

ЗАДАНИЕ 11

1. Какими квантовыми числами описывается состояние электрона в атоме? Что характеризует каждое квантовое число, и какие значения они могут принимать?
2. Как изменяется разница в энергиях s- и p- подуровней одного и того же квантового уровня с увеличением числа электронов на этих подуровнях?
3. Объясните, почему в I и II группах периодической системы металлические свойства в большей степени характерны для элементов главных подгрупп, а в других группах - для элементов побочных подгрупп.
4. Напишите электронные формулы элементов №32 и №40. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3d^2 4s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Чем объясняется их положение в побочной подгруппе периодической системы? Какие степени окисления могут проявлять эти элементы и какие оксиды им соответствуют? С точки зрения строения атома объясните химические свойства этих элементов.
6. Для элемента, находящегося в 5-м периоде V группе побочной подгруппе, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления возможны для этого элемента? Напишите электрон-

ный переход от атома к иону со степенью окисления +2. Как при этом изменяется радиус частицы? Чем объяснить резкое изменение первого потенциала ионизации от Nb к Ta по сравнению с V – Nb?

ЗАДАНИЕ 12

1. Какова структура периодической системы? Что определяет число периодов, групп и подгрупп? Чем отличается восьмая группа от всех остальных?
2. Может ли быть на внешнем квантовом слое больше 8 электронов?
3. К какой группе относятся f-элементы? Чем объяснить близость f-элементов по своим химическим свойствам? Что такое f-сжатие?
4. Напишите электронные формулы элементов №11 и №44. Определите место элементов в периодической системе. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Какими квантовыми числами отличаются два последних электрона у элемента №11?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3d^6 4s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию остальных элементов III B группы и назовите их. К металлам или неметаллам и они относятся? Какие степени окисления возможны для этих элементов в соединениях? Как изменяются свойства этих элементов?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде III группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию в основном и возбужденном состоянии, распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин в основном состоянии. Какие степени окисления возможны для этого элемента? Напишите электронный переход от атома к иону со

степенью окисления +1 в газовой фазе и электронную конфигурацию этого иона. Как при этом изменяется радиус частицы? Чем объяснить, что атомный радиус Ga меньше, чем у AI?

ЗАДАНИЕ 13

1. Что такое спин электрона? Какое наиболее энергетически выгодное распределение электронов по атомной орбитали? Как формулируется правило Гунда? Покажите на примере.
2. Чем определяется число s-, p-, d- и f-элементов в периоде? Какие элементы образуют главные и побочные подгруппы?
3. В чем проявляется групповая аналогия? Покажите это на примере свойств элементов V группы.
4. Напишите электронные формулы элементов №20 и №53. Определите место элементов в периодической системе. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа характеризуют валентные электроны элемента №20?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 2s^2 2p^4$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Какими свойствами обладает этот элемент (металл, неметалл)? Напишите электронную конфигурацию электронных аналогов этого элемента и назовите их. Как объяснить изменение I_1 и I_2 в ряду:

$$I_1(O) = 13{,}6;\ I_1(N) = 14{,}53;\ I_1(F) = 17{,}42$$
$$I_2(O) = 35{,}15;\ I_2(N) = 25{,}59;\ I_2(F) = 34{,}9$$

Как изменяются кислотно-основные свойства элементов в этом ряду?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде II группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления характерны для этого элемента? Напишите электронную конфигурацию иона

со степенью окисления +2 и электронный переход от атома к этому иону в газовой фазе. Как изменяется при этом радиус частицы?

ЗАДАНИЕ 14

1. Почему расстояние электрона от ядра определяется в квантовой механике как средняя величина?
2. Каков характер распределения электронной плотности в s-, p- и d-состояниях? Что называется граничной поверхностью атомной орбитали ?
3. Как изменяются радиусы атомов и величины энергий ионизации элементов главной и побочной подгруппы VII группы? Чем объяснить, что элементы главной подгруппы могут иметь и положительные, и отрицательные степени окисления, а элементы побочной подгруппы – только положительные?
4. Напишите электронные формулы элементов №19 и №73. Определите место элементов в периодической системе. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа будут одинаковы для электронов, завершающих электронные формулы элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3s^2 3p^5$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию электронных аналогов этого элемента и назовите их. Какие степени окисления характерны для этих элементов? Возможна ли для них отрицательная степень окисления? Как изменяются их окислительные свойства по подгруппе, и что является количественной характеристикой этой способности?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде VII группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления

характерны для этого элемента? Какая из них наиболее устойчива? Напишите электронную конфигурацию иона этого элемента со степенью окисления +2 и электронный переход от атома к этому иону. Как изменяется при этом радиус частицы?

ЗАДАНИЕ 15

1. Как в многоэлектронном атоме изменяется энергия электронов одного и того же квантового слоя с увеличением орбитального квантового числа ℓ?
2. Будут ли вырожденными атомные орбитали с одинаковым значением главного квантового числа, но с различным значением орбитального квантового числа?
3. Как изменяется конфигурация валентных электронов, максимальная степень окисления и ее устойчивость в ряду d-элементов 4 периода? Для каких d-элементов число валентных электронов и максимальная степень окисления совпадает с номером группы? Объясните изменение температуры плавления у этих элементов.
4. Напишите электронные формулы элементов №21 и №13, распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группу, подгруппу, семейство), их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4d^6 5s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Возможна ли для него отрицательная степень окисления? Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. На основании электронного строения сделайте предположение об активности элемента и объясните, почему ионный радиус Rh и Ir одинаков (0,065нм)?

Объясните максимальную степень окисления +5 для Rh и +8 для Ru.
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде VI группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и иона в минимальной степени окисления, а также электронный переход от атома к иону с этой степенью окисления. Распределите валентные электроны в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления характерны для этого элемента? Сравните характер изменения первых ионизационных потенциалов атомов элементов главной и побочной подгрупп:

V-6,74; Nb-6,88; Ta-7,88
N-14,5; P-11,0; As-9,81; Sb-8,64; Bi-7,29

Какие выводы можно сделать:
а) об изменении радиусов атомов элементов главной и побочной подгрупп;
б) о восстановительной способности атомов элементов главной и побочной подгрупп?

ЗАДАНИЕ 16

1. Что такое атомная орбиталь? Какими квантовыми числами она характеризуется?
2. Между какими энергетическими подуровнями одного и того же атома разница в энергии больше: а) 1s и 2s или 2s и 3s; б) 2p и 3p или 3p и 4p?
3. Что характеризует электроотрицательность элемента? Объясните изменение электроотрицательности в ряду элементов третьего периода.
4. Напишите электронные формулы элементов №51 и №55 в основном и возбужденном состоянии. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии и определите суммарный спин. Определите место элементов в периодической системе. К какому семейству они

относятся ? Какие квантовые числа характеризуют электрон, завершающий электронную формулу элемента №55?
5. На основании электронной конфигурации атома …$3d^{10}4s^1$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относятся? Кислотными, основными или амфотерными свойствами обладают их оксиды и как они изменяются по группе?
6. Для элемента, находящегося в 6-м периоде IV группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления может проявлять этот элемент? Какими свойствами обладают его оксиды? Напишите электронные конфигурации возможных ионов для этого элемента, а также электронный переход от атома к этим ионам.

ЗАДАНИЕ 17

1.Что называется электронной структурой атома и электронной конфигурацией? Что означает порядковый номер элемента?
2. Понятие эффективного заряда. Что называется проникающей способностью электрона и какие электроны обладают ею в большей степени? Как эффект проникновения влияет на заряд ядра?
3. Как изменяется электроотрицательность элементов периодической системе (в группах, периодах)? Сохраняется ли неизменной величина электроотрицательности элемента при переходе его из одного соединения в другое? Какое свойство элемента характеризует электроотрицательность?
4. Напишите электронные формулы элементов №32 и №48 в основном и возбужденном состоянии. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Определите место элементов в периодической системе. Какие

квантовые числа одинаковы для электронов, завершающих их электронную формулу?
5. На основании электронной конфигурации атома …$4s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа). Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относятся? Кислотными, основными или амфотерными свойствами обладают их оксиды и гидроксиды. Какие степени окисления характерны для этих элементов? Что является количественной характеристикой восстановительной способности этих элементов?
6. Для элемента, находящегося в 5-м периоде V группе главной подгруппе, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию ионов в максимальной и минимальной степени окисления, а также электронный переход от атома к этим ионам. Определите, как меняется радиус частицы при этом. Используя справочные данные, определите, как меняются радиусы атомов элементов главной подгруппы V группы с увеличением порядкового номера.

ЗАДАНИЕ 18

1. Сформулируйте основные положения квантовой механики. Какое уравнение является основным уравнением квантовой механики?
2. Что называется электронным подуровнем? Чему равно максимальное число электронов на s-, p-, d- и f- подуровнях? Чем отличаются электроны разных подуровней данного энергетического уровня?
3. Как изменяются свойства оксидов и гидроксидов s- и p-элементов в периоде? Объясните причину и покажите различие в свойства х гидроксидов первого и предпоследнего элемента

третьего периода.
4. Напишите электронные формулы элементов №39 и №83 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какими квантовыми числами отличаются два последних электрона у элемента №39? Какие свойства являются характерными признаками металла? Как эти признаки проявляются у элементов III группы главной подгруппы? Почему степень окисления +5 не характерна для висмута, и какими свойствами обладают соединения, в состав которых входит Bi^{+5}?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 5d^1 6s^2$ определите место элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа), и к какому семейству относится этот элемент. Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Как изменяются радиусы атомов и величины энергии ионизации элементов III группы главной и побочной подгруппы с увеличением порядкового номера элемента? Чем это объясняется? Как изменяются восстановительные свойства элементов по подгруппе?
6. Для элемента, находящегося в 6-м периоде II группе главной подгруппе, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию иона с устойчивой степенью окисления и электронный переход от атома к этому иону. Как изменится радиус частицы при этом? На основании электронного строения охарактеризуйте химические свойства этого элемента и его гидроксида.

ЗАДАНИЕ 19

1.Что характеризует орбитальное квантовое число ℓ? Какую симметрию имеют атомные орбитали при $\ell=0$? Сколько разрешенных положений в пространстве имеют такие атомные орбитали?

2. Какие электроны являются валентными у s-, p-, d-элементов и почему?
3. В чем заключается эффект экранирования ядра электронами? Какие электроны (s-, p-, или d-) обладают наибольшей экранирующей способностью?
4. Напишите электронные формулы элементов №4 и №22 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа характеризуют валентные электроны этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3s^2 3p^1$определите место элемента в периодической системе, к какому семейству относится элемент и какие степени окисления для него возможны? Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Как изменяются основные свойства элементов по подгруппе? Что общего и отличного в электронном строении атомов этого элемента и элемента №21?
6. Для элемента, находящегося в 6-м периоде IV группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном состоянии. Какие степени окисления характерны для этого элемента? Напишите электронную конфигурацию ионов со степенью окисления +2 и +4 и электронный переход от атома к этим ионам. Изменится ли размер частицы при этом?

ЗАДАНИЕ 20

1. Сколько s-, p-, d- и f- орбиталей может быть в различных электронных слоях атома?
2. Существует ли связь между числом валентных электронов и положением элементов в периодической системе?
3. На основании размера атома, энергии ионизации и электроотрицательности объясните ослабление металлических и усиление неметаллических свойств в ряду элементов второго

периода с увеличением порядкового номера элемента.
4. Напишите электронные формулы элементов №13, №77 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какими квантовыми числами отличаются два последних электрона у элемента №13?
5. Какие элементы называются лантаноидами? Что характерно для их электронного строения? Сколько их в периоде? Какие элементы называются актиноидами? Что характерно для их электронного строения? Сколько их в периоде? Чем можно объяснить близость их свойств? На основании электронной конфигурации атома $\ldots 4f^{14}5d^{1}6s^{2}$ определите место элемента в периодической системе, к какому семейству относится этот элемент и какие электроны для него валентные. Чем объясняются восстановительные свойства этого элемента?
6. Для элемента, находящегося в 5-м периоде IV группе главной подгруппе, распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию его ионов со степенью окисления +2 и +4 и электронный переход от атома к этим ионам. Какие свойства, кислотные или основные, проявляет диоксид олова и его гидроксид? Как изменяется восстановительная способность атомов элементов в подгруппах? Чем объяснить, что соединения Ge^{2+} и Sn^{2+} являются сильными восстановителями, а соединения Pb^{4+} - сильные окислители?

ЗАДАНИЕ 21

1. Пользуясь принципом Паули, найдите максимальное число электронов, находящихся на первом, втором, третьем и четвертом энергетическом уровне атома.
2. Какие из электронов s-, p-, d- и f- могут находиться на внешней оболочке атомов?
3. Как изменяется устойчивость степени окисления для p- и d-

элементов по подгруппе?
4. Напишите электронные формулы элементов №12, №41 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа характеризуют валентные электроны элемента №41?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 5s^{2}5p^{1}$ определите место элемента в периодической системе, к какому семейству относится элемент и какими свойствами обладает. Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Какие степени окисления характерны для этих элементов? Чем объяснить, что степень окисления +1 для In менее характерна, чем для TI ?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде II группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Напишите электронную конфигурацию его иона в устойчивой степени окисления и электронный переход от атома к этому иону. Как изменяются радиусы атомов и величины энергии ионизации элементов II группы главной и побочной подгрупп с увеличением порядкового номера элемента? Чем объясняется неодинаковый характер изменения этих величин в подгруппах?

ЗАДАНИЕ 22

1. Какова современная формулировка периодического закона? Как периодический закон иллюстрирует закон перехода количества в качество?
2. Какие энергетические уровни не имеют: p-, d-, f- подуровней? Возможно ли отсутствие s-подуровня? Назовите атомы каких элементов не имеют электронов на p- и d- подуровнях?
3. На примере элементов 4-го периода покажите и объясните, почему максимальная степень окисления d-элементов сначала

возрастает, а затем уменьшается? Какие d - элементы имеют постоянную степень окисления?

4. Напишите электронные формулы элементов №34, №48 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа одинаковы для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?

5. На основании электронной конфигурации атома …$4d^4 5s^2$определите место элемента в периодической системе, к какому семейству он относится и какими свойствами обладает этот элемент и его оксид в высшей степени окисления. Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Объясните с точки зрения строения атома максимальную температуру плавления этих элементов.

6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде VII группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления может иметь этот элемент? Для каждой степени окисления напишите формулу соответствующего оксида и гидроксида. Покажите, как изменяются свойства и характер этих соединений с увеличением степени окисления? Напишите электронную конфигурацию иона этого элемента со степенью окисления +2 и электронный переход от атома к этому иону. Как изменяется радиус частицы при этом?

ЗАДАНИЕ 23

1. Возможно ли наличие одинакового количества электронов на внешнем квантовом слое для элементов одного периода? Почему?

2. Чем объясняется наличие максимума и минимума на кривой зависимости первых потенциалов ионизации от порядкового

номера элемента? Почему величины ионизационных потенциалов являются наиболее низкими у элементов I группы?

3. Каков характер изменения атомного радиуса в ряду K-Mn-Zn ? Чем объяснить изменение значения первой энергии ионизации в этом ряду?

4. Напишите электронные формулы элементов №15, №24 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа будут одинаковы для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов? Напишите формулы гидроксидов элемента №24 со степенями окисления +2, +3, +6. Какие свойства для них характерны? Ответ подтвердите соответствующими реакциями.

5. На основании электронной конфигурации атома …$2s^2 2p^1$ определите место элемента в периодической системе, к какому семейству он относится, какими свойствами обладает этот элемент, его оксид и гидроксид и возможна ли для этого элемента отрицательная степень окисления? Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Что называют «диагональным сходством» элементов? Приведите пример и дайте объяснения. С каким из элементов бор имеет химическое сходство?

6. Для элемента, находящегося в 3-м периоде VII группе главной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления может иметь этот элемент? Напишите электронную конфигурацию его иона с низшей степенью окисления и электронный переход от атома к этому иону. Как изменится радиус частицы при этом? В каких степенях окисления d-элементы проявляют определенное сходство с p-элементами той же группы? Покажите это на примере элементов VII группы.

ЗАДАНИЕ 24

1. В чем заключаются правила Клечковского? В атомах каких элементов начинают формироваться d- и f- подуровни? Как идет заполнение этих подуровней?
2. Почему в основном состоянии хром и молибден обладают электронными конфигурациями $nd^5(n+1)s^1$ а не $nd^4(n+1)s^2$? Что такое проскок электрона?
3. Как изменяются свойства элементов главной подгруппы по периодам и в пределах одной группы? Что является причиной этих изменений? Назовите два резко отличающихся по свойствам элемента а) одного и того же периода; б) одной и той же группы.
4. Напишите электронные формулы элементов №38, №57 и определите их место в периодической системе. Распределите их валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Какие квантовые числа будут одинаковы для электронов, завершающих электронные формулы этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 6s^2 6p^2$ определите место элемента в периодической системе. Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. Какими свойствами обладают эти элементы, их оксиды и гидроксиды? Какие степени окисления для них характерны и возможна ли отрицательная степень окисления? Как изменяются кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства у этих элементов?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде IV группе побочной подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления может проявлять этот элемент? Напишите электронную конфигурацию его ионов с этими степенями окисления и электронный переход от атома к этим ионам. Как изменится радиус частиц при этом? Что общего и отличного в электронном

строении элементов главной и побочной подгрупп IV группы?

ЗАДАНИЕ 25

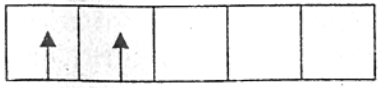
1. Какое состояние атома называется нормальным или основным? Какое состояние атома называется возбужденным? Какими способами можно перевести атом в возбужденное состояние?
2. На примере элементов 2-го периода III группы объясните изменения радиусов атомов, ионизационных потенциалов, сродства к электрону и электроотрицательности элементов внутри периода и группы.
3. Какие из p-элементов в виде простых веществ являются: а) газообразными неметаллами; б) металлами? Какие из них образуют амфотерные оксиды или гидроксиды?
4. Напишите электронные формулы элементов №42 и №35. Распределите валентные электроны по атомным орбиталям и определите суммарный спин. Назовите элементы, обоснуйте их место в периодической системе (период, группа, подгруппа, семейство). Определите их возможные положительные и отрицательные степени окисления, принадлежность к классам металлов, неметаллов. Какие квантовые числа совпадают для электронов, завершающих электронную формулу этих элементов?
5. На основании электронной конфигурации атома $\ldots 3s^2 3p^3$ определите место элемента в периодической системе. Напишите электронную конфигурацию его электронных аналогов и назовите их. К металлам или неметаллам они относятся, какие степени окисления возможны для этих элементов? Как изменяются кислотно-основные свойства гидроксидов этих элементов, а также окислительно-восстановительные свойства элементов в подгруппе, и что является характеристикой окислительно-восстановительной способности этих атомов в газовой фазе?
6. Для элемента, находящегося в 4-м периоде IV группе главной

подгруппе, напишите электронную конфигурацию атома и распределите валентные электроны по атомным орбиталям в основном и возбужденном состоянии. Какие степени окисления может проявлять этот элемент? Напишите электронную конфигурацию его иона со степенью окисления +2 и электронный переход от атома к иону. Как изменяется при этом радиус частиц?

ТЕСТЫ

1. Какая комбинация элементарных частиц приводит к образованию нейтрального атома?
ОТВЕТЫ: 1) 8p, 8n, 7e; 2) 8p, 10n, 10e; 3) 6p, 7n, 7e; 4) 8p, 10n, 8e.
2. Какой заряд имеет частица (ион), состоящая из 3 электронов, 4 протонов и 6 нейтронов?
ОТВЕТЫ: 1) +1; 2) -3; 3) +4; 4) -1.
3. По представленным ниже комбинациям протонов и нейтронов в атомных ядрах укажите ту, которая отвечает элементу с наибольшим порядковым номером в периодической системе.
ОТВЕТЫ: 1) 20n и 20p; 2) 21n и 18p; 3) 20n и 19p; 4) 22n и 19p.
4. Укажите значение массового числа атома, состоящего из 4 протонов, 4 электронов и 6 нейтронов.
ОТВЕТЫ: 1) 4; 2) 6; 3) 8; 4) 10.
5. Ниже представлен состав ядер некоторых элементов. Укажите пару нуклидов, являющихся изотопами.
ОТВЕТЫ: 1) 6p, 6n и 6p, 7n; 2) 8p, 8n и 7p, 7n; 3) 4p, 4n и 5p, 5n; 4) 4p, 5n и 5p, 5n.
6. Изотопы элементов различаются: 1) числом протонов; 2) числом нейтронов; 3) числом электронов; 4) зарядом ядра.
7. В переходе $Na \rightarrow Na^+$ изменяется число: 1) нейтронов; 2) протонов; 3) электронов. Запишите переход с помощью электронных формул.
8. Частица некоторого элемента содержит 2 электрона, 3 протона и 4 нейтрона. Укажите правильную комбинацию порядкового номера элемента, его массового числа и заряд частицы.

ОТВЕТЫ: 1) 5, 7, -2; 2) 3, 5, +1; 3) 3, 7, +1; 4) 7, 5, +3.
9. Частица с массой протона, но не имеющая заряда называется:
ОТВЕТЫ: 1) изотоп; 2) тритий; 3) нейтрон; 4) дейтерий.
10. Главное квантовое число характеризует: 1) форму электронного облака; 2) подуровень энергии; 3) ориентацию электронного облака в пространстве; 4) размер электронного облака; 5) основной запас энергии электрона в атоме; 6) спин электрона.
11. Орбитальное квантовое число определяет: 1) основной запас энергии уровня; 2) форму атомной орбитали; 3) ориентацию атомной орбитали в пространстве; 4) удаленность атомной орбитали от ядра.
12. Атомная орбиталь – это состояние электрона в невозбужденном атоме, характеризуемое набором следующих квантовых чисел: 1) n +l; 2) n + l +m_l; 3) n + l + m_s; 4) l + m_s + m_s.
13. Электронный подуровень (подслой) – это состояние электрона в атоме, характеризуемое следующим набором квантовых чисел:
ОТВЕТЫ: 1) n, m_l, m_s; 2) n, l; 3) n, l, m_l; 4) n, l, m_l, m_s.
14. Электронный уровень (слой) – это состояние электрона в атоме, характеризуемое следующим набором квантовых чисел:
ОТВЕТЫ: 1) n; 2) n, l; 3) n, l, m_l; 4) n, l, m_l, m_s.
15. Укажите атомную орбиталь, для которой сумма значений главного и орбитального квантовых чисел равна 5.
ОТВЕТЫ: 1) 5p; 2) 3d; 3) 4s; 4) 3p.
16. Для 4 - го энергетического уровня недопустимым значением орбитального квантового числа является значение: 1) 0; 2) 1; 3) 3; 4) 4.
17. Какие квантовые числа являются одинаковыми для указанных электронов на 3d подуровне?



ОТВЕТЫ: 1) n, l, m_s; 2) n, l; 3) n, l, m_l.

18. Сколько разрешенных положений в пространстве имеют атомные орбитали с квантовым числом l = 3?
ОТВЕТЫ: 1) 5; 2) 1; 3) 3; 4) 7.
19. Максимальное число атомных орбиталей на третьем энергетическом уровне равно: 1) 18; 2) 32; 3) 8; 4) 9.
20. Число электронных слоев у атомов четвертого периода равно: 1) 5; 2) 3; 3) 8; 4) 4.
21. Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом n = 4?
ОТВЕТЫ: 1) 8; 2) 36; 3) 14; 4) 18; 5) 32.
22. Число электронных слоев у атомов четвертого периода равно: 1) 5; 2) 3; 3) 8; 4) 4.
23. Сколько значений магнитного квантового числа возможно для электронов энергетического подуровня, орбитальное квантовое число которого l = 3?
ОТВЕТЫ: 1) 0; 2) 1; 3) 3; 4) 7; 5) 5.
24. Какие значения магнитного квантового числа возможны для электронов p-подуровня?
ОТВЕТЫ: 1) 0;+1; 2) -1; 0;+1; 3) -3;-2;-1;0;+1;+2;+3; 4) -2;-1;0;+1;+2;
5) 0;+1;+2.
25. Каковы значения главного и орбитального квантовых чисел для электрона, находящегося на подуровне 4d?
ОТВЕТЫ: 1) n=2, l=0; 2) n=4, l=0; 3) n=4, l=1; 4) n=4, l=2.
26. Чему равно максимальное число электронов на уровне «n»?
ОТВЕТЫ: 1) n^2; 2) $2n^2$; 3) n; 4) 2n.
27. Какой из энергетических подуровней является запрещенным?
ОТВЕТЫ: 1) 4f; 2) 2d; 3) 3d; 4) 2p.
28. У элементов одного периода одинаковое число:
1) электронов; 2) заполняемых энергетических уровней; 3) внешних электронов; 4) валентных электронов.
29. Какая из электронных конфигураций не противоречит правилу Хунда?
ОТВЕТЫ: 1) $p^1_x p^1_y p^1_z$; 2) $p^1_x p^1_y p^2_z$; 3) $p^2_x p^2_y p^1_z$; 4) $p^1_x p^2_y p^2_z$.

30. Как изменяется полная энергия электронов в атоме по мере его удаления от ядра?
ОТВЕТЫ: 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) постоянна.
31. Как изменяется энергия электронов в атоме в пределах одного квантового слоя с увеличением орбитального квантового числа?
ОТВЕТЫ: 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) постоянна.
32. Элементы d-семейства не появляются в третьем периоде потому, что: 1) у элементов III периода отсутствуют d-орбитали; 2) энергия 3d–орбитали выше энергии 4s атомных орбиталей; 3) энергия 3d–орбитали ниже энергии 4s атомных орбиталей.
33. Элементы d-семейства характеризуются заполнением электронами подуровней энергий в последовательности (n – главное квантовое число и номер внешнего электронного слоя):
1) ns→np→ nd; 2) ns→(n-1)d→np; 3) (n-1)d→ns→np; 4) (n-1)d→np→ns.
34. Какие из электронных конфигураций противоречат правилу Хунда?
1) $p^2_x p^2_y p^1_z$; 2) $p^1_x p^1_y p^2_z$; 3) $p^2_x p^2_y p^1_z$; 4) $p^1_x p^2_y p^2_z$.
35. Какая из электронных конфигураций не соответствует принципу Паули?
1) $p^1_x p^1_y p^1_z$; 2) $p^1_x p^1_y p^3_z$; 3) $p^2_x p^2_y p^2_z$; 4) $p^1_x p^2_y p^2_z$.
36. Электронная формула элемента $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$. В каком периоде, группе, подгруппе, семействе находится данный элемент? Назовите его.
37. Какая из следующих электронных конфигураций отвечает основному состоянию атома алюминия (атомный номер Al=13)?
1) $[Ne]3s^2 3p^1$; 2) $[Ne]3s^3$; 3) $[Ne]3d^3$; 4) $[Ne]3p^3$; 5) $[Ne]3s^2 3d^1$.
38. Как объяснить наблюдаемую закономерность в изменении ионизационных потенциалов элементов II периода (J_{Li} =5,39 эВ; J_{Be} =9,32 эВ)?
ОТВЕТЫ: 1) электроотрицательность у Li больше, чем у Be; 2) сродство к электрону у Li больше, чем у Be; 3) атомный радиус у Li меньше, чем у Be; 4) требуется большая энергия для отрыва электрона от Be(г) по сравнению с Li(г).

39. Как объяснить наблюдаемую закономерность в изменении первых потенциалов ионизации элементов II периода (J_C=11,26 эВ; J_N=14,53 эВ)?
ОТВЕТЫ: 1) требуется меньшая энергия для отрыва электрона от С(г) по сравнению с N(г); 2) требуется большая энергия для отрыва электрона от С(г) по сравнению с N(г); 3) атомный радиус С меньш е N; 4) электроотрицательность у С больше, чем у N; 5) сродство к электрону у С больше, чем у N.
40. Какой элемент имеет в атоме 1 электрон, для которого n=3 и l=1?
ОТВЕТЫ: 1) Na; 2) S; 3) As; 4) P; 5) Al.
41. Какая из следующих электронных конфигураций отвечает основному состоянию атома титана (атомный номер Ti=22)?
1) $[Ar]4s^13d^3$; 2) $[Ar]3d^4$; 3) $[Ar]3p^4$; 4) $[Ar]4s^23d^2$; 5) $[Ar]4s^24p^2$.
42. В атоме пять электронов. Какая конфигурация атомных орбиталей соответствует минимальному значению энергии?
ОТВЕТЫ: 1) $1s^22p^3$; 2) $2s^22p^3$; 3) $1s^22s^22p^1$; 4) $1s^22p^23s^1$.
43. Определите местоположение в периодической системе элемента, валентная формула которого $4d^55s^2$?
ОТВЕТЫ: 1) 5 период VII-B группа; 2) 4 период II-B группа; 3) 2 период V-A группа; 4) 5 период II-а группа.
44. Укажите элемент, который не размещен в V группе периодической системы.
ОТВЕТЫ: 1) $5s^22p^3$; 2) $4s^24p^3$; 3) $6s^26p^3$; 4) $4d^45s^1$.
45. У какого из элементов валентные электроны расположены на одном энергетическом уровне?
ОТВЕТЫ: 1) $_{22}Ti$; 2) $_{14}Si$; 3) $_{24}Cr$; 4) $_{26}Fe$.
46. Укажите порядковый номер элемента по заданной электронной формуле: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$.
ОТВЕТЫ: 1) 6; 2) 39; 3) 12; 4) 19.
47. Какой ряд содержит только d- элементы?
ОТВЕТЫ: 1) Ca, Sc, Ti; 2) Al, Ga, In; 3) Fe, Co, Ni; 4) F, Cl,Br.
48. Определите элемент в периодической системе, валентная формула которого в возбужденном состоянии $4s^14p^34d^2$.

ОТВЕТЫ: 1) 5-й период VI-B группа; 2) 4-й период VI-A группа; 3) 2-й период V-A группа; 4) 4-й период III-A группа.
49. На 4d- подуровне атома находится 5 электронов. Определите место элемента в периодической системе.
ОТВЕТЫ: 1) 5-й период VII-B группа; 2) 4-й период VI-A группа; 3) 2-й период V-A группа; 4) 4-й период III-A группа.
50. Определите место элемента в периодической системе, если он имеет следующее распределение электронов по валентным орбиталям в возбужденном состоянии:



ОТВЕТЫ: 1) 4-й период, IV-B группа; 2) 3-й период, IV-A группа; 3) 3-й период, VI-A группа; 4) 5-й период, IV-B группа.
51. Количество электронов на валентных 3d-орбиталях равно 7. Определите место элемента в периодической системе.
ОТВЕТЫ: 1) 3-й период, VII-A группа; 2) 4-й период, VIII-B группа; 3) 3-й период V-A группа; 4) 5-й период IV-B группа.
52. Количество электронов на валентных орбиталях атома равно 7. Суммарный спин электронов = 2,5. Определите группу элемента в периодической системе.
ОТВЕТЫ: 1) VII-A 2) VII-B; 3) II-A; 4) IV-B.
53. В каких периодах могут находиться элементы, для которых максимальное значение суммарного спина электронов (невозбужденное состояние атома) может быть равным 3,5?
ОТВЕТЫ: 1) 4-7-й периоды; 2) 5-7-й периоды; 3) 6-7-й периоды; 4) 1-4-й периоды.
54. Какой из элементов относится к p-элементам?
ОТВЕТЫ: 1) Mg; 2) Zn; 3) Al; 4) Fe.
55. Какая из электронных формул валентного уровня является правильной?
ОТВЕТЫ: 1) $4d^25p^3$; 2) $4s^14p^2$; 3) $6s^26p^3$; 4) $3d^54s^1$.
56. Укажите элемент с наибольшим атомным радиусом.

ОТВЕТЫ: 1) O; 2) F; 3) S; 4) Cl.

57. Укажите атом с наибольшим значением энергии ионизации.

ОТВЕТЫ: 1) Se; 2) Ar; 3) S; 4) Cl.

58. Как изменяется радиус в ряду ионов: K^+, Ca^{2+}, Sc^{3+}?

ОТВЕТЫ: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

59. Для какого элемента Be, Mg, Ca, Sr плотность 1s электронного облака больше?

ОТВЕТЫ: 1) Be; 2) Mg; 3) Ca; 4) Sr.

60. Какой из элементов K, Zn или Br имеет большую энергию ионизации?

ОТВЕТЫ: 1) K; 2) Zn; 3) Br.

61. Как изменяется радиус атомов в ряду ионов F^- - Cl^- - Br^- - I^-?

ОТВЕТЫ: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

62. Для какого элемента B, P или Ca плотность 1s электронного облака больше?

ОТВЕТЫ: 1) B; 2) P; 3) Ca.

63. Как изменяется радиус частиц в ряду Fe – Fe^{2+}- Fe^{3+}?

ОТВЕТЫ: 1) увеличивается ; 2) уменьшается; 3) не изменяется.