

Практичне заняття. 2.

Тема. БУДОВА АТОМА. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН ТА ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

Мета. Навчитися описувати стан електрона в атомі за допомогою квантових чисел; складати електронні формули та електронно-графічні схеми атомів хімічних елементів за зазначеним порядковим номером елемента, спираючись на знання принципу мінімуму енергії, правил Клечковського, принципу заборони Паулі, правила Гунда; пояснювати, як змінюються атомний радіус, енергія йонізації, спорідненість до електрона, електронегативність, металічні/неметалічні властивості, валентність хімічних елементів у періоді та головних і побічних підгрупах із зростанням заряду ядра; складати формули типових сполук хімічного елемента, визначати хімічний характер (кислотний, основний, амфотерний) оксидів та відповідних гідроксидів; пояснювати закономірності у змінюванні кислотно-основних властивостей оксидів та відповідних гідроксидів хімічних елементів у періоді та підгрупі.

Вступ. Відповідно до сучасних уявлень атом являє собою складну систему з позитивно зарядженого ядра і електронів, що рухаються навколо нього, зв'язаних силами електричної взаємодії. У ядрі сили ядерної взаємодії утримують разом протони, кожний з яких несе один позитивний елементарний заряд, і електрично нейтральні нейтрони. Величина заряду ядра дорівнює (в одиницях елементарного заряду) числу протонів і, відповідно, числу електронів у нейтральному атомі. Ця величина визначає порядковий номер у Періодичній системі і тим самим – хімічну індивідуальність кожного елемента. Періодичність зміни властивостей хімічних елементів обумовлена періодичною повторюваністю будови зовнішніх, валентних оболонок при послідовному заповненні електронами енергетичних рівнів і підрівнів атома.

План.

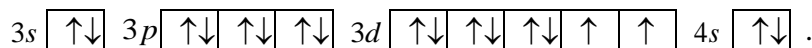
1. Історія розвитку уявлень про будову атома. Ядро атома. Протони, нейтрони.
2. Квантові числа як характеристика стану електрона в атомі, межі їх змін.
3. Багатоелектронні атоми. Принцип Паулі. Правило Гунда. Правило Клечковського.
4. Будова атомних ядер. Радіоактивність. Типи і властивості радіоактивного випромінювання.
5. Періодичний закон та Періодична система хімічних елементів.
6. Електронні формули атомів хімічних елементів. Явище провалу електронів.
7. Зміна розміру атомів по Періодичній системі.
8. Енергетичні характеристики атомів хімічних елементів.
9. Ступінь окисації хімічних елементів як фундаментальна величина в неорганічній хімії.

Приклади виконання типових завдань

Приклад 1. Складіть електронну формулу і електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів атома хімічного елемента з порядковим номером 28. Визначте: а) до якої електронної родини належить цей хімічний елемент; б) чи є він металом або неметалом.

Розв'язання. Оскільки елемент має порядковий номер 28, то кількість протонів в ядрі його атома дорівнює 28, отже, число електронів навколо ядра теж становить 28. Враховуючи правила послідовності заповнення електронами енергетичних підрівнів,

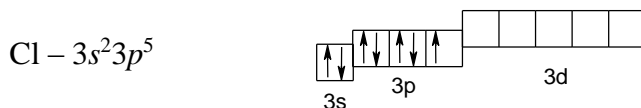
складаємо електронну формулу атома хімічного елемента: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$.
Складаємо електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів атома хімічного елемента – третього та четвертого:



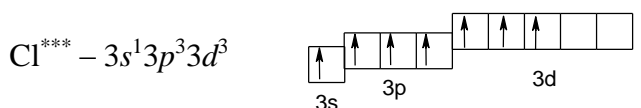
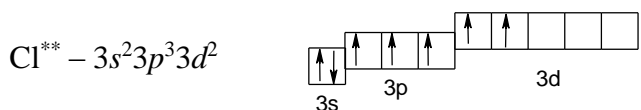
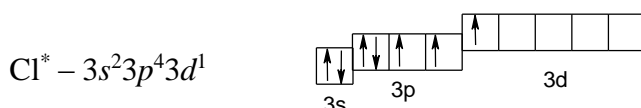
- а) Оскільки формуючий електрон заповнює 3d-підрівень, то елемент належить до d-електронної родини;
б) оскільки на зовнішньому – четвертому енергетичному рівні містяться два електрони, цей елемент є металом.

Приклад 2. Складіть короткі електронні формули і графічні схеми атома хлору в основному (стаціонарному) і збудженому станах.

Розв'язання. Складаємо електронну формулу і схему електронної структури атома хлору в основному стані:



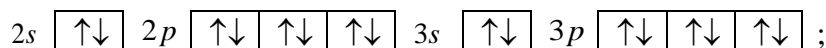
У збудженому стані (позначається символом $*$) спарені 3s і 3p електрони можуть роз'єднуватися, переходячи на вільні орбіталі підрівня 3d:



Зверніть увагу, що атом хлору може існувати у трьох збуджених станах. Чи можлива наявність збудженого стану у атома фтору? Поясніть вашу відповідь.

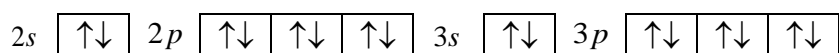
Приклад 3. Складіть електронну формулу і електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів для таких частинок: а) атома Ar ; б) йона S^{2-} ; в) йона K^+ ; г) йона Zn^{2+} . Які з наведених частинок є ізоелектронними? Відповідь поясніть.

Розв'язання: а) порядковий номер хімічного елемента Аргону дорівнює 18, отже, електронна оболонка атома Ar містить 18 електронів і має таку електронну формулу: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ і таку електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів:



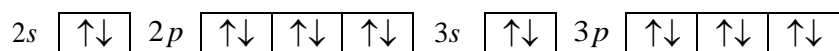
б) йон S^{2-} має на два електрони більше, ніж атом Сульфуру, який містить 16 електронів (порядковий номер хімічного елемента Сульфуру 16), отже, число електронів в електронній оболонці йона S^{2-} дорівнює 18. Тому електронна конфігурація йона S^{2-} описується такою

електронною формулою: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ і такою електронно-графічною схемою двох зовнішніх енергетичних рівнів:



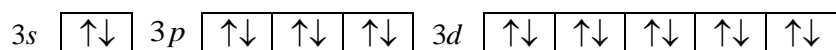
і є частинкою, ізоелектронною атому Ar ;

в) йон K^+ має на один електрон менше, ніж атом Калію, який містить 19 електронів (порядковий номер хімічного елемента 19), тому число електронів в електронній оболонці йона K^+ дорівнює 18. Отже, йон K^+ має таку електронну формулу: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ і таку електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів:



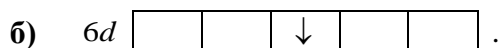
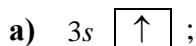
і є частинкою, ізоелектронною атому Ar ;

г) йон Zn^{2+} має на два електрони менше, ніж атом Цинку, який містить 30 електронів (порядковий номер хімічного елемента Цинку 30), тому число електронів в йоні Zn^{2+} дорівнює 28. Таким чином, йон Zn^{2+} має таку електронну формулу: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$ і таку електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів:



і не є частинкою, ізоелектронною атому Ar .

Приклад 4. За допомогою чотирьох квантових чисел опишіть стан електрона в атомі:



Розв'язання: **а)** електрон розміщений на третьому енергетичному рівні, отже, $n=3$; на s-підрівні, отже, $l=0$ та $m=0$, значення спінового квантового числа $s=+1/2$;

б) електрон розміщений на шостому енергетичному рівні, отже, $n=6$; на d-підрівні, отже, $l=2$; $m=0$; значення спінового квантового числа $s = -1/2$.

Приклад 5. Формуючий електрон атома деякого елемента характеризується набором таких квантових чисел: $n=3$, $l=2$, $m=-1$, $s=+1/2$. Складіть електронну формулу цього атома.

Розв'язання. Електрон знаходиться на 3d-підрівні, оскільки головне (n) і орбітальне (l) квантові числа дорівнюють відповідно 3 і 2. Значення магнітного квантового числа вказує на те, що він перебуває на другій з п'яти d-орбіталей, а спінове квантове число – на те, що цей електрон є неспареним. З урахуванням енергетичної шкали складаємо електронну формулу атома заданого елемента: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$.

Приклад 6. За наведеною електронною формулою хімічного елемента: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ визначте його розміщення у періодичній системі Д. І. Менделєєва, не користуючись таблицею ПС. Складіть у загальному вигляді електронну конфігурацію зазначеного хімічного елемента та його електронних аналогів.

Розв'язання. Оскільки зовнішній енергетичний рівень у атома хімічного елемента четвертий, то елемент знаходиться у IV періоді ПС. Формуючий електрон заповнює 3d-підрівень, отже, елемент входить до складу побічної підгрупи. Оскільки передзовнішній 3d-підрівень повністю забудований (містить десять електронів), а на зовнішньому 4s-підрівні знаходиться лише один електрон, тому елемент належить до першої групи періодичної системи.

У загальному вигляді електронна конфігурація зазначеного хімічного елемента та його електронних аналогів може бути подана так: $(n-1)d^{10}ns^1$.

Приклад 7. Визначте положення у періодичній системі елемента, якщо його скорочена електронна формула має вигляд: $4s^23d^3$.

Розв'язання. Елемент знаходиться в IV періоді, тому що максимальне значення головного квантового числа дорівнює чотирьом.

Елемент відноситься до *d*-сімейства, тому що у нього заповнюється 3*d*-підрівень. Елемент знаходиться в побічній підгрупі, тому що належить до *d*-сімейства (табл.1).

Елемент знаходиться у п'ятій групі, що впливає з загальної кількості валентних електронів (2+3).

Знаючи положення елемента в періодичній таблиці, знаходимо, що це ванадій V.

Приклад 8. На підставі електронних формул елементів VII групи поясніть, чому галогени (F, Cl, Br, I) і елементи Mn, Tc, Re складають різні підгрупи цієї групи періодичної системи.

Розв'язання. Розмістимо елементи VII групи як у таблиці Д.І.Менделєєва з приведенням скорочених електронних формул:

VII B	VII A
Mn - [Ar]3 <i>d</i> ⁵ 4 <i>s</i> ²	F - [He]2 <i>s</i> ² 2 <i>p</i> ⁵
Tc - [Kr]4 <i>d</i> ⁵ 5 <i>s</i> ²	Cl - [Ne]3 <i>s</i> ² 3 <i>p</i> ⁵
Re - [Xe]4 <i>f</i> ¹⁴ 5 <i>d</i> ⁵ 6 <i>s</i> ²	Br - [Ar]3 <i>d</i> ¹⁰ 4 <i>s</i> ² 4 <i>p</i> ⁵
	I - [Kr]4 <i>d</i> ¹⁰ 5 <i>s</i> ² 5 <i>p</i> ⁵

З формул видно, що в атомах усіх розглянутих елементів однакова кількість валентних електронів $2 + 5 = 7$. Це пояснює їх об'єднання в одній VII групі. У підгрупах об'єднані елементи з однотипними зовнішніми електронними конфігураціями: VII A – ns^2np^5 ; VII B – $ns^2(n-1)d^5$. У елементів різних підгруп VII групи сім валентних електронів по різному розподіляються по підрівнях. Тому властивості їх сполук сильно розрізняються при низьких і схожі при вищих ступенях окиснення.

Приклад 9. Визначте хімічні елементи, позначені символами X: ${}^{14}_6\text{X}$, ${}^{27}_{13}\text{X}$, ${}^{15}_8\text{X}$, ${}^{16}_8\text{X}$. Скільки всього хімічних елементів наведено в цьому рядку? Відповідь поясніть.

Розв'язання. Враховуючи, що протонне число дорівнює порядковому номеру хімічного елемента і користуючись таблицею ПС, визначаємо, що ${}^{14}_6\text{X}$ – ізоотоп хімічного елемента C – 14, ${}^{27}_{13}\text{X}$ – хімічного елемента Al – 27, а ${}^{15}_8\text{X}$ та ${}^{16}_8\text{X}$ – ізотопи хімічного елемента O – 15 та O – 16 відповідно. Отже, всього наведено три хімічних елементи.

Приклад 10. Складіть формули і визначте хімічний характер вищих оксидів та відповідних гідроксидів для таких елементів: а) Na ; б) Al ; в) Cl.

Розв'язання: а) електронна конфігурація зовнішнього енергетичного рівня атома Na описується формулою $3s^1$, тому цей елемент виявляє у сполуках лише валентність 1 і утворює вищий оксид складу – Na_2O і відповідний гідроксид - $NaOH$;

б) оскільки електронна конфігурація зовнішнього енергетичного рівня атома Al у збудженому стані $3s^13p^2$, то цей елемент у сполуках виявляє вищу валентність III, отже, формула вищого оксиду – Al_2O_3 , а відповідного гідроксиду – $Al(OH)_3$;

в) оскільки електронна конфігурація зовнішнього енергетичного рівня атома Cl у збудженому стані $3s^13p^23d^3$, то цей елемент у сполуках виявляє вищу валентність VII, отже, формула вищого оксиду – Cl_2O_7 , а відповідний гідроксид є оксигеновмісною кислотою і має формулу – $HClO_4$.

Na_2O – основний оксид, а $NaOH$ – основа; Al_2O_3 – амфотерний оксид, а $Al(OH)_3$ – амфотерний гідроксид; Cl_2O_7 – кислотний оксид, а $HClO_4$ – кислота.

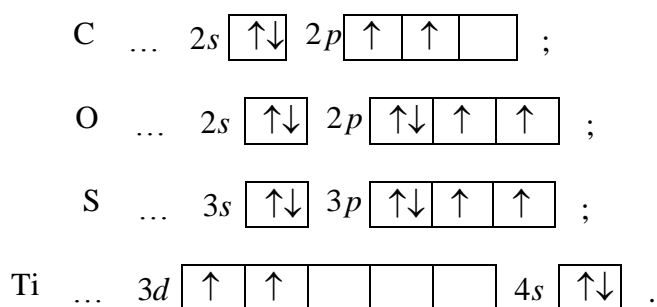
Приклад 11. У якого елемента а) Хлору чи Йоду – сильніше виражені неметалічні властивості; б) Калію чи Купруму – сильніше виражені металічні властивості? Відповідь поясніть.

Розв'язання: а) елементи Хлор та Йод розміщені у VIIA-групі, отже, є електронними аналогами, проте Хлор знаходиться у III періоді та має три енергетичних рівня, а Йод – у V періоді, електронна оболонка атома Йоду складається з п'яти енергетичних рівнів. З цієї причини атомний радіус Хлору менший, ніж атомний радіус Йоду, тому спорідненість до електрона у Хлору більша, ніж у Йоду. Таким чином, неметалічні властивості у Хлору виражені сильніше, ніж у Йоду;

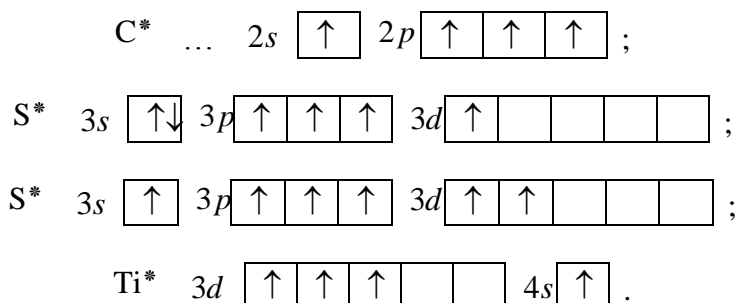
б) елементи Калій та Купрум розміщені в IV періоді та I групі, але Калій – у головній, а Купрум – у побічній підгрупі. Обидва елементи мають по одному електрону на зовнішньому енергетичному рівні, проте атом Купруму містить на десять електронів більше, ніж атом Калію. Причому ці електрони знаходяться на передзовнішньому d-підрівні, тобто значно ближче до ядра, тому вони сильніше притягується до нього, що спричиняє помітне зменшення атомного радіуса. Отже, атомний радіус Калію більший, ніж атомний радіус Купруму, тому значення енергії йонізації у Калію менше, ніж у Купруму. Таким чином, металічні властивості у Калію виражені більше, ніж у Купруму.

Приклад 12. Яку ковалентність можуть виявляти елементи C, O, S, Ti? Складіть електронно-графічні схеми розміщення валентних електронів в атомах цих елементів у збудженому стані.

Розв'язання. Ковалентність можна визначити за числом неспарених електронів в атомі, що перебуває в основному чи збудженому стані. В основному стані зазначені атоми мають такі електронні конфігурації:



В основному стані атоми С, О, S, Ti містять по два неспарених електронів і виявляють ковалентність 2. Атоми С, S, Ti здатні підвищити свою ковалентність при переході у збуджений стан, а у атома О така можливість відсутня, оскільки він не має вакантних валентних орбіталей. Наводимо електронно-графічні схеми розміщення валентних електронів атомів С, S, Ti у збудженому стані:



З електронно-графічних схем видно, що у збудженому стані атом С має чотири неспарених електронів, тому виявляє ковалентність 4; атом S може мати чотири або шість неспарених електронів, тому виявляє ковалентність 4 чи 6 відповідно. Атом Ti має чотири неспарених електронів, тому виявляє ковалентність 4.

Приклад 13. На підставі положення в періодичній системі опишіть та порівняйте властивості елементів 17 (Cl) і 25 (Mn) і їх основних сполук. Додаткова інформація: проміжні СО у Cl: +1, +3, +5, у Mn : +3,+4, +6.

Розв'язання. Для кожного із розглянутих елементів відповідно до запропонованої схеми послідовно визначаємо:

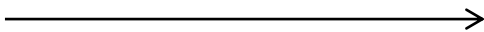
Хлор Cl	Магнан Mn
III період, VII група	IV період, VII група
головна підгрупа VIIA ;	побічна підгрупа VIIB;
елемент <i>p</i> -сімейства;	елемент <i>d</i> -сімейства;
Коротка електронна формула:	
$3s^2 3p^5$	$4s^2 3d^5$

Mn – метал, а Cl - активний неметал. Тому, E_i , $E_{сп}$ і $EН$ хлору значно вищі, ніж у Mn.

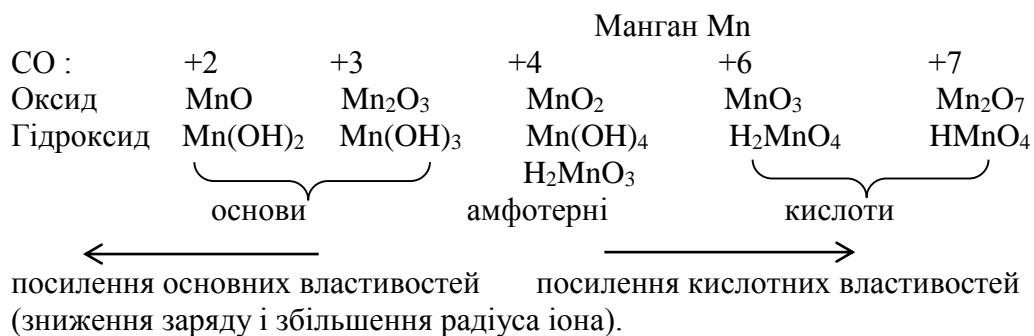
Cl	Mn
Активний неметал	Метал (як <i>d</i> -елемент)
$BCO = N_{гp} = +7 (2\bar{e} + 5\bar{e})$	$BCO = N_{гp} = +7 (2\bar{e} + 5\bar{e})$
$HCO = N_{гp} - 8 = 7 - 8 = -1$	$HCO = +2$ (як у <i>d</i> -елемента).
(як у <i>p</i> -елемента VII групи)	

Далі записуємо формули оксидів і гідроксидів і аналізуємо їх кислотно-основні властивості.

		Хлор Cl			
СО :	-1	+1	+3	+5	+7
Оксид	-	Cl ₂ O	Cl ₂ O ₃	Cl ₂ O ₅	Cl ₂ O ₇
Гідроксид	-	HClO	HClO ₂	HClO ₃	HClO ₄
		кислоти (гідроксиди неметалів)			


 посилення кислотних властивостей (ріст заряду і зменшення радіуса іона)

Таким же чином охарактеризуємо Манган.



Література.

1. Самостійна робота студентів при вивченні хімії: навч. посіб. / Ю.В. Ліцман, Л.І. Марченко, С.Ю. Лебедев.– Суми: Сумський державний університет, 2011. – 349 с. ISBN 978-966-657-338-7.
2. Методичні вказівки до практичних робіт з загальної хімії (для студентів усіх спеціальностей) (Уклад.: Т.М.Волох, Н.М.Максименко, В.В.Приседський, Л.І.Рубльова, С.Г.Шейко; Під ред. В.В.Приседського. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – 183 с.
3. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П., Антрапцева Н.М. Загальна хімія: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2002. – 306 с.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.
5. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.–техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. – 639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
6. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.
7. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004.- 240 с. ISBN 5-7695-1446-9.
8. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.-368 с. ISBN 5-7695-1436-9.
9. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-352 с. ISBN 5-7695-2532-0.
10. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-400 с. ISBN 5-7695-2533-9.
11. Загальна та неорганічна хімія у двох частинах: Підручник. Частина II [для студ. вищ. навч. закл.] / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Иванов; [Мін-во

- освіти і науки України; гриф: лист № 212 від 03.06.1999]. – Київ: Пед. преса, 2000. – 784с.: іл., 125 рис., 63 табл. – Бібліогр.: с. 771 (28 назв). – Імен. покажч.: с.772–773. – Предметн. покажч.: с.774–783. – ISBN 955-7320-13-8.
12. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
13. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – Москва: Высш. шк., 1997. – 527 с.

Запитання для самоперевірки.

1. Яку інформацію про стан електрона в атомі можна отримати за значенням певного квантового числа: а) головного n ; б) орбітального l ; в) магнітного m ; г) спінового s ?
2. Значення якого квантового числа необхідно знати, щоб визначити розміщення електрона: а) на енергетичному рівні; б) на енергетичному підрівні?
3. Як, використовуючи правило Клечковського, можна скласти енергетичну шкалу, яка відображає послідовність розміщення електронів в атомі?
4. Як можна визначити максимально можливе число електронів: а) на енергетичному рівні; б) на енергетичному підрівні; в) на орбіталі?
5. Які випадки «провалу» електронів на прикладі елементів IV періоду вам відомі? Як пояснюються ці випадки?
6. Як визначити належність елемента до певної електронної родини?
7. Як за електронною будовою атома хімічного елемента можна визначити, чи є елемент металом або неметалом?
8. Як за електронною будовою атома хімічного елемента можна спрогнозувати його валентні можливості?
9. Яких правил необхідно дотримуватися, щоб скласти електронну формулу та електронно-графічну схему атома хімічного елемента?
10. За наведеними електронно-графічними схемами визначте належність елементів до певної електронної родини та зазначте які з них є неметалічними елементами: а) $3s^2 3p^4$; б) $4s^2 3d^5$; в) $5s^2 4d^{10} 5p^3$; г) $6s^2 4f^{14} 5d^2$.
11. За наведеними електронно-графічними схемами визначте хімічні елементи і зазначте, які з них є електронними аналогами: а) $4s^2 4p^4$; б) $5s^2 5p^4$; в) $5s^2 4d^5$; г) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$.
12. Наведіть можливі формули частинок: а) атома; б) катіона з зарядом $+$; в) аніона з зарядом $2-$; г) катіона з зарядом $2+$, які мають таку електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня: $2s^2 2p^6$.
13. Складіть повну електронну формулу і електронно-графічну схему двох зовнішніх енергетичних рівнів атомів хімічних елементів з порядковими номерами: а) 7 та 15; б) 9 та 17. Спрогнозуйте валентні можливості цих елементів.
14. Наведіть послідовність заповнення підрівнів, для яких сума $(n+l)$ становить 2, 3, 4, 5.
15. Складіть електронні формули атомів елементів IV періоду – Калію, Скандію, Мангану, Цинку, Арсену та Криптону. До якої електронної родини належить кожний елемент?
16. Скільки вільних d-орбіталей є в атомах Титану та Ванадію? Складіть для них електронно-графічні схеми d-підрівнів.
17. Назвіть елементи IV періоду, атоми яких містять найбільше число непарних d-електронів. Напишіть електронно-графічну формулу d-підрівня.
18. Скільки вільних f-орбіталей міститься в атомах лантанодів від Церію до Самарію включно?
19. Складіть електронно-графічні схеми зовнішнього енергетичного рівня таких частинок:

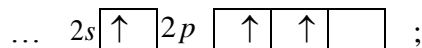
а) Al ; б) Al³⁺ ; в) Se ; г) Se⁴⁺ ; д) Se²⁻ .

20. Складіть електронно-графічні схеми двох зовнішніх енергетичних рівнів таких частинок: а) Fe²⁺ ; б) Fe³⁺ . Яка з наведених частинок є більш стійкою?

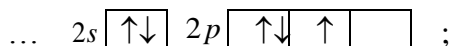
21. Які частинки, утворені з атомів Калію та Кальцію, мають однакову електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня? Наведіть електронно-графічну схему для цих частинок.

22. Знайдіть помилки, які зроблені у схемах розміщення електронів на зовнішніх рівнях атомів у незбудженому стані:

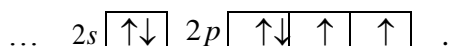
а) Бору



б) Нітрогену



в) Оксигену



23. Виберіть електронні формули, які належать атомам одного хімічного елемента в нормальному та збудженому стані та атомам різних хімічних елементів: а)

1s²2s²2p² та 1s²2s¹2p³; б) 1s²2s²2p⁴ та 1s²2s²2p⁵.

24. Як можна пояснити випадки розміщення деяких хімічних елементів у ПС з порушенням закономірності щодо зростання їх атомної маси (Калій / Аргон, Кобальт / Нікель, Телур / Йод)?

25. Де у ПС розміщені s-, p-, d- та f-елементи?

26. Які періоди називаються короткими, а які - довгими?

27. Які елементи утворюють головні підгрупи, а які – побічні?

28. В яких групах ПС знаходяться елементи, що утворюють леткі сполуки з Гідрогеном?

29. Яких елементів у ПС більше: металів чи неметалів?

30. Як змінюються металічні властивості елементів у головних підгрупах і періодах?

31. Чому у d- та f- елементів значення атомних радіусів мають близькі значення?

32. У якого елемента: а) Калію чи Кальцію; б) Кальцію чи Цинку більш виражені металічні властивості? Відповідь поясніть.

33. Користуючись ПС, складіть формули вищих оксидів елементів Мангану, Ванадію, Германію. Назвіть хімічний характер оксидів.

34. Назвіть елемент за такими даними: а) елемент четвертого періоду, має формулу вищого оксиду R₂O₇, утворює з Гідрогеном летку сполуку, формула вищого оксиду HR ; б) елемент п'ятого періоду, має формулу вищого оксиду RO₂, з Гідрогеном леткої сполуки не утворює; в) елемент четвертого періоду, має формулу вищого оксиду RO , з Гідрогеном утворює солеподібну сполуку RH₂ .

35. Назвіть елементи, які мають по одному електрону на таких підрівнях: а) 3d ; б) 4d ; в) 5d . Складіть електронні формули атомів цих елементів і зазначте їх розміщення у ПС.

36. Скільки вільних d-орбіталей є в атомах Титану та Ванадію? Складіть електронно-графічні схеми їх d-підрівнів.

37. Чому елементи Сульфур і Хром знаходяться в одній групі? Визначте: а) хімічний характер простих речовин, утворених цими елементами; б) хімічний характер вищих оксидів та відповідних гідроксидів, утворених цими елементами

38. Назвіть найтипівіший неметалічний та металічний елементи. Відповідь поясніть.

39. Чому властивості хімічних елементів змінюються періодично, хоча заряд атомів зростає лінійно?

40. Як змінюються кислотні властивості в ряді: H₂SiO₃, H₃PO₄, H₂SO₄? Відповідь поясніть.

41. Як змінюються основні властивості в ряді: NaOH , Mg(OH)_2 , Al(OH)_3 ? Відповідь поясніть.
42. У якого з елементів значення енергії йонізації є більшим: а) Літію чи Берилію; б) Берилію чи Бору; в) Нітрогену чи Оксигену? Відповідь поясніть.
43. Який елемент має в атомі п'ять електронів, для кожного з яких $n = 3$ і $l = 2$? Чому дорівнюють для них значення m_l ? Чи повинні вони мати антипаралельні спіни?
44. Який елемент має чотири електрони, для кожного з яких $n = 4$ і $l = 1$? Чому дорівнюють для них значення m_l ? Скільки електронів мають антипаралельні спіни?
45. Укажіть значення квантових чисел n , l і m_l для валентних електронів в атомах елементів з порядковими номерами 19, 23, 27, 30, 33 і 36. Для визначення значень m_l виходьте з припущення, що орбіталі кожного підрівня заповнюються в порядку збільшення m_l , починаючи з його найбільш негативного значення.
46. Скільки електронних шарів і яке число електронів містить атом з валентною оболонкою: а) $4s^2 4p^5$; б) $4s^2 3d^5$; в) $5s^2 5p^3$?
47. В атомі деякого елемента є п'ять електронних шарів і 6 валентних електронів. Якими квантовими числами вони характеризуються?
48. Які з приведених електронних конфігурацій неможливі і чому: $3s^2 3p^5$, $3s^2 2d^6$, $4s^2 4p^7$, $2s^3 2p^3$, $5s^2 4d^8$, $4s^2 3d^{12}$, $3s^2 3p^2$, $5s^2 3f^{15}$, $6s^2 4f^6$, $2s^1 2p^3$, $4s^1 3d^{10}$, $4s^2 3d^5 4p^1$?
49. Яку з вільних атомних орбіталей (АО) заповнить черговий електрон відповідно до правил Клечковського: а) $4d$ - чи $5s$ -; б) $5p$ - чи $4d$ -; в) $5f$ - чи $4d$ -; г) $5p$ - чи $6s$ -; д) $5f$ - чи $6s$ -?
50. Для скількох АО сума $(n + l) = 8$? Чи заповнені такі орбіталі в незбуджених атомах елементів періодичної системи? Атоми яких елементів мають найбільше значення суми $(n + l)$?
51. Скільки електронних шарів мають атоми елементів з порядковими номерами 8, 10, 18, 35, 39, 56, 80, 86? Скільки з них заповнені цілком і скільки частково? Спробуйте вирішити цю задачу без допомоги таблиці Менделєєва.
52. Визначте сумарний спін валентних електронів в атомах елементів з порядковими номерами 19, 20, 22, 25, 27, 30, 33, 36. Спробуйте вирішити цю задачу без допомоги таблиці Менделєєва.
53. Який з іонів має, на вашу думку, більший розмір: а) Na^+ чи Mg^{2+} , б) Mg^{2+} чи Ca^{2+} , в) Cl^- чи K^+ . Відповідь мотивуйте.
54. Чому водень поміщають у I або VII групу періодичної системи? Яке обґрунтування можна дати тому й іншому варіанту?
55. Які елементи періодичної системи можуть виявляти фотоелектричний ефект у видимій частині спектра? Який хімічний елемент найбільш вигідний для використання у фотоелементі?
56. Які з s - елементів у виді простих речовин відносяться до металів і неметалів? Який з них утворює амфотерні оксид і гідроксид?
57. Які з p -елементів у вигляді простих речовин відносяться до металів і неметалів. Приведіть приклади гідроксидів p -елементів, що виявляють кислотні, амфотерні й основні властивості.
58. На прикладі IV періоду покажіть і поясніть, чому вищий ступінь окиснення d -елементів при зростанні їх порядкового номера в періоді спочатку збільшується, а потім знижується. Які d -елементи мають постійний ступінь окиснення?
59. У яких ступенях окиснення d -елементи виявляють найбільшу подібність з p -елементами тієї ж групи? Покажіть це на прикладі елементів VI та VII груп.
60. Бор і кремній мають близькі величини перших потенціалів іонізації (8,3 і 8,1 еВ відповідно). Кислотні властивості їх оксидів і гідроксидів також схожі. Поясніть причини цієї подібності властивостей елементів, розташованих "по діагоналі" у періодичній системі.

61. Для яких *d*-елементів число валентних електронів і вищий ступінь окиснення менший, збігається або більший номера групи?