

Практичне заняття № 2

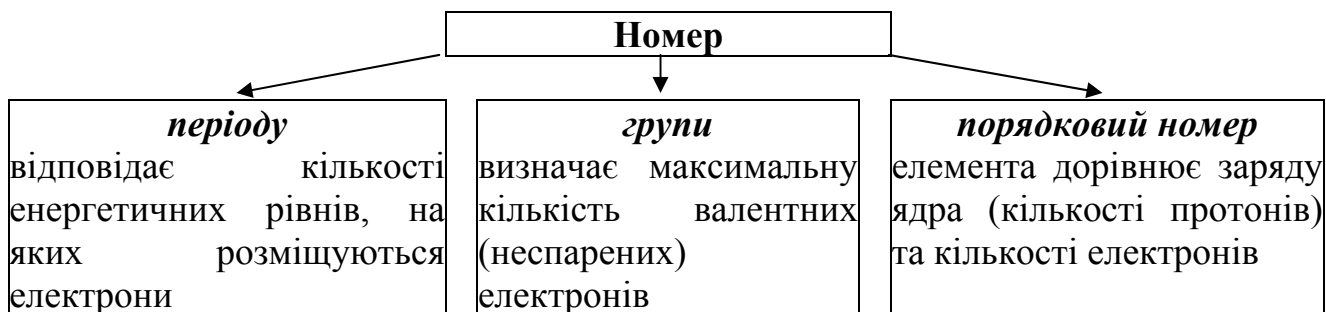
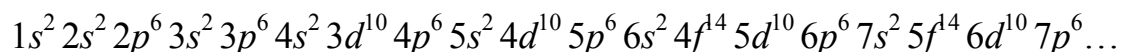
Тема заняття: Розв'язання вправ і розрахункових задач за темою “Будова атому. Періодичний закон та періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва”.

Теоретичні відомості

Характеристики складових частин атому

Назва		Символ	Відносна маса	Заряд	Кількість в атомі
Ядро	Протон	$\frac{1}{1}p$	1	+1	Z (порядковий номер)
	Нейтрон	$\frac{1}{0}n$	1	0	$N = A_r - Z$
Електрон		\bar{e}	$\frac{1}{1836}$	-1	Z (порядковий номер)

Послідовність заповнення електронами енергетичних рівнів та підрівнів

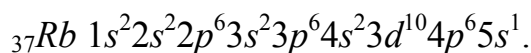


Періодичність зміни властивостей елементів головних підгруп періодичної системи Д.І. Менделєєва

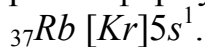
Властивість	Напрямок зміни	
	В періодах	В підгрупах
Атомний радіус	зростає ←	зростає ↓
Електронегативність	зростає →	зростає ↑
Металічні властивості	посилюються ←	посилюються ↓
Неметалічні властивості	посилюються →	посилюються ↑

Елементи головних підгруп							
I групи	II групи	III групи	IV групи	V групи	VI групи	VII групи	VIII групи
Н неМе	Be Me Mg	В – неМе	С Si неМе	Н Р As неМе	О S Se Te	F Cl Br I	He Ne Ar Kr Xe
Li Na K Rb Cs	Ca Sr Ba	Al Ga Me In Tl	Ge Sn Me Pb	Sb Bi Me	неМе (халькогени)	неМе (галогени)	неМе (благородні (інертні) гази)

Задача 1. За допомогою періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва скласти електронні та електронно-графічні формули Рубідію та Титану; визначити, до якого сімейства елементів (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-) належать дані елементи; визначити, скільки “валентних” електронів має кожний з даних елементів; вказати кількість протонів та нейтронів в ядрах атомів даних елементів.
Розв’язання: Написати електронну формулу елемента – значить, виходячи з принципів Паулі та мінімальної енергії, розподілити наявні в атомі електрони за рівнями та підрівнями. Таким чином, електронна формула атома Рубідію, що містить 37 електронів, має вигляд:

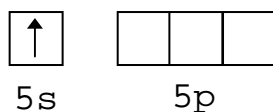


Електронна оболонка, що закінчується $ns^2 np^6$ дуже стала. Її електрони не взаємодіють з електронами інших атомів при утворенні хімічного зв’язку (такі оболонки нагадують електронні оболонки інертних газів). Тому в атомі Рубідію електрони $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ повторюють сталу оболонку Кріптонію, найближчого інертного газу, що має менший порядковий номер, ніж Рубідій, та їх можна позначити символом [Kr]. Тоді в скороченому вигляді електронна формула Рубідію має бути:



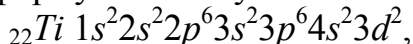
Скорочена електронна формула дозволяє виділити “валентні” електрони (вони не входять до оболонки інертного газу). В атомі Рубідію один “валентний” електрон, що міститься на 5s –підрівні.

Електронно-графічна формула вказує на розміщення електронів по орбіталях, які позначаються або квадратами, або рисками. Доцільно скласти електронно-графічну формулу тільки для “валентних” електронів. Для атома Рубідію вона має вигляд:

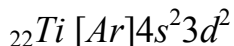


Ознакою, за якою всі елементи поділяються на чотири сімейства (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-), є підрівень, що заповнюється електронами в атомі останнім. Таким чином, Рубідій належить до сімейства *s*-елементів.

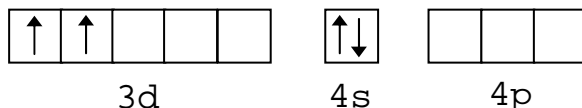
За аналогією електронна формула Титану має вигляд:



або в скороченому вигляді



Число “валентних” електронів дорівнює чотирьом ($4s^2 3d^2$). Електронно-графічна формула



Титан належить до сімейства *d*-елементів.

Кількість протонів в ядрі атому чисельно дорівнює кількості електронів та, відповідно, порядковому номеру елемента. Тому ядро атому Рубідію містить 37 протонів, а ядро атому Титану – 22 протони. Сумарне число протонів та нейтронів чисельно дорівнює відносній атомній масі. Тому ядро атому Рубідію містить $85 - 37 = 48$ нейтронів, а ядро атому Титану містить $48 - 22 = 26$ нейтронів.

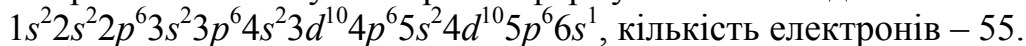
Задача 2. За допомогою періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва зазначити, в якому періоді, групі та підгрупі періодичної системи елементів містяться елементи, що мають будову зовнішньої електронної оболонки атому $5p^6 6s^1$ та $5s^2 4d^5$; навести назву хімічних елементів та порядкові номери в періодичній системі елементів.

Розв’язання: На номер періоду, в якому міститься елемент, вказує найбільше значення головного квантового числа, що кількісно збігається з номером періоду. Виходячи з цього, перший елемент ($5p^6 6s^1$) міститься в 6-ому періоді, а другий ($5s^2 4d^5$) – в 5-ому періоді.

Номер групи визначається кількістю “валентних” електронів. “Валентними” електронами у *s*-елементів є електрони *s*-підрівня зовнішнього рівня, у *p*-елементів – електрони *s*- та *p*-підрівнів зовнішнього рівня, у *d*-елементів – електрони *s*-підрівня зовнішнього рівня та *d*-підрівня передзовнішнього рівня. Виходячи з цього, перший елемент ($5p^6 6s^1$) міститься в I групі, а другий ($5s^2 4d^5$) – в VII групі.

s- та *p*-Елементи розміщено в головних підгрупах відповідно I, II та III-VIII груп; *d*-елементи – в побічних підгрупах усіх груп. Виходячи з цього, перший елемент як *s*-елемент міститься в головній підгрупі, а другий елемент як *d*-елемент міститься в побічній підгрупі.

Порядковий номер елемента чисельно дорівнює кількості електронів в атомі. Щоб визначити кількість електронів в атомі, треба скласти повну електронну формулу елемента. Для першого елемента електронна формула має вигляд:



Елемент з порядковим номером 55 – це Цезій.

Для другого елемента електронна формула має вигляд:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^5$, кількість електронів – 43.

Елемент з порядковим номером 43 – це Технецій.

Задача 3. Відносна молекулярна маса оксиду елементу другої групи дорівнює **153**. Визначте елемент.

Розв'язання: Формула вищого оксиду елементу другої групи RO.

$$M_r(\text{RO}) = A_r(\text{R}) + A_r(\text{O}) = A_r(\text{R}) + 16 = 153; A_r(\text{R}) = 137.$$

Відповідь: Барій.

Задача 4. В природних сполуках Хлор знаходиться у вигляді ізотопів ^{35}Cl (75,5 масових %) та ^{37}Cl (24,5 масових %). Розрахуйте середню атомну масу природного Хлору.

Розв'язання: \overline{Ar} (середня атомна маса) = $Ar(1) \cdot w(1) + Ar(2) \cdot w(2)$, де 1 та 2 – ізотопи.

$$\overline{Ar}(\text{Cl}) = 35 \cdot 0,755 + 37 \cdot 0,245 = 35,5.$$

Відповідь: 35,5.

Задача 5. Бор має два ізотопи, атомна маса яких 10 та 11. Середня атомна маса Бору 10,82. Розрахуйте масові частки кожного з ізотопів Бору.

Розв'язання: $\overline{Ar} = Ar(1) \cdot w(1) + Ar(2) \cdot w(2)$; $10,82 = 10 \cdot w(1) + 11 \cdot (1 - w(1))$

$$w(1) = 0,18 \text{ або } 18\%, w(2) = 0,82 \text{ або } 82\%.$$

Відповідь: 18% та 82%.

Цікава інформація

За підрахунками одного біохіміка хімічний склад людини (у середньому) такий: 65,0 % Оксигену, 18,2 % Карбону, 10,0 % Гідрогену, 2,7 % Нітрогену, 1,4 % Кальцію, 0,8 % Фосфору, 0,3 % Калію, 0,3 % Натрію, 0,25 % Хлору, 0,2 % Сульфуру, декілька сотих відсотка Магнію та Феруму, декілька тисячних відсотка Цинку та Силіцію, декілька десятитисячних відсотка Алюмінію, Бром, Купрум, Флуор, Йод та Мангану, декілька стотисячних відсотка Арсену, Бору, Плюмбуму та Титану.

Домашнє завдання

1. За допомогою періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва:

- 1) скласти електронні та електронно-графічні формули даних елементів;
- 2) визначити, до якого сімейства елементів (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-) належать дані елементи;
- 3) визначити, скільки «валентних» електронів має кожний з даних елементів;
- 4) вказати кількість протонів, електронів та нейтронів в атомів даних елементів

Таблиця 1

Варіант	Елементи	Варіант	Елементи
1	Li, O	8	Sc, K
2	Na, Zn	9	C, Co
3	Ni, S	10	B, Ge
4	Ca, Ti	11	F, Mn
5	Mg, Si	12	Al, Co
6	N, V	13	Cl, Ni
7	P, Be		

2. За допомогою періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва:

- а) зазначити, в якому періоді, групі та підгрупі періодичної системи елементів міститься елемент, якщо відома будова зовнішньої електронної оболонки атому;
- б) навести назву хімічного елементу та порядковий номер в періодичній системі елементів.

Таблиця 2

Варіант	Елементи	Варіант	Елементи
1	$2p^63s^2$	8	$2p^63s^1$
2	$3s^23p^3$	9	$1s^22s^2$
3	$4s^23d^6$	10	$2s^22p^5$
4	$1s^22s^1$	11	$4s^23d^4$
5	$4s^23d^7$	12	$3p^64s^1$
6	$3p^64s^2$	13	$4s^23d^7$
7	$4s^23d^2$		

3. Розв'яжіть наступну задачу:

Таблиця 3

Варіант	Умова задачі
1	Відносна молекулярна маса оксиду елементу першої групи дорівнює 94. Визначте елемент.
2	Відносна молекулярна маса оксиду елементу третьої групи дорівнює 102. Визначте елемент.
3	Відносна молекулярна маса оксиду елементу п'ятої групи дорівнює 142. Визначте елемент.
4	Відносна молекулярна маса оксиду елементу сьомої групи дорівнює 183. Визначте елемент.
5	Відносна молекулярна маса оксиду елементу першої групи дорівнює

	62. Визначте елемент.
6	Відносна молекулярна маса оксиду елемента третьої групи дорівнює 70. Визначте елемент.
7	Відносна молекулярна маса оксиду елемента п'ятої групи дорівнює 108. Визначте елемент.
8	Відносна молекулярна маса оксиду елемента сьомої групи дорівнює 272. Визначте елемент.
9	Відносна молекулярна маса оксиду елемента першої групи дорівнює 30. Визначте елемент.
10	Відносна молекулярна маса оксиду елемента п'ятої групи дорівнює 230. Визначте елемент.
11	Відносна молекулярна маса оксиду елемента третьої групи дорівнює 70. Визначте елемент.
12	Відносна молекулярна маса оксиду елемента третьої групи дорівнює 102. Визначте елемент.
13	Відносна молекулярна маса оксиду елемента шостої групи дорівнює 80. Визначте елемент.
14	Відносна молекулярна маса гідроксиду елемента другої групи дорівнює 74. Визначте елемент.
15	Відносна молекулярна маса леткої сполуки неметалічного елемента п'ятої групи дорівнює 17. Визначте елемент.

4. Складіть електронну формулу йону:

Таблиця 4

Варіант	Йон
1	катіону Магнію Mg^{2+}
2	флуорид-іону F^{-}
3	катіону Алюмінію Al^{3+}
4	катіону Цинку Zn^{2+}
5	катіону Кальцію Ca^{2+}
6	бромід-іону Br^{-}
7	катіону Калію K^{+}
8	катіону Феруму (II) Fe^{2+}
9	катіону Літію Li^{+}
10	хлорид-іону Cl^{-}
11	катіону Берилію Be^{2+}
12	катіону Мангану Mn^{2+}
13	катіону Кобальту Co^{2+}
14	сульфід-іону S^{2-}