

## Практичне заняття. 14.

### Тема. Елементи IVB групи Періодичної системи.

**Мета.** Розглянути електронну будову атомів хімічних елементів IVB групи, способи отримання простих речовин, типові фізичні та хімічні властивості хімічних елементів, їх оксидів, гідроксидів та солей, а також основні області використання простих речовин та їх сполук.

### Вступ.

Четверта група Періодичної системи елементів складається з двох підгруп: A-підгрупи – Карбон, Силіцій, Германій, Станум, Плюмбум, і B-підгрупи – Титан, Цирконій, Гафній. IVA група містить неметали та метали. Елементи B-підгрупи IV групи є металами. Важливість знань про ці елементи для хіміка зумовлена їх практичною значущістю, а також тих матеріалів, що виготовляються з їх сполук.

### План.

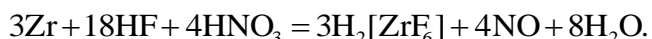
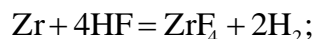
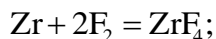
1. Загальна характеристика елементів B-підгрупи IV групи.
2. Хімічні властивості елементів підгрупи Скандію.
3. Фізичні властивості.
4. Хімічні властивості елементів підгрупи Титану.
5. Застосування сполук елементів підгрупи Титану.

### Зміст практичного заняття.

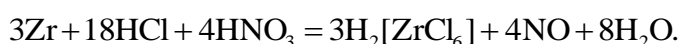
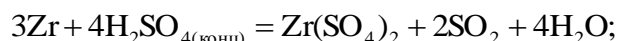
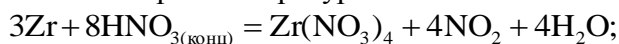
#### Приклади розв'язання типових завдань

**Приклад 1.** Охарактеризуйте властивості хімічного елемента Цирконію за таким планом: а) хімічні властивості металу, утвореного цим елементом (можливість та умови взаємодії з галогенами, киснем, сіркою, азотом, водою, кислотами, лугами); б) склад і характер вищого оксиду та гідроксиду елемента; в) спосіб добування металу; г) застосування сполук.

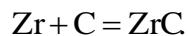
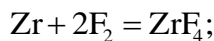
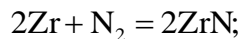
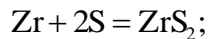
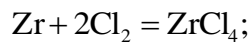
**Розв'язання:** а) у вигляді чистого компактного металу цирконій виявляє високу стійкість майже до всіх хімічних реагентів, що зумовлюється наявністю на його поверхні щільної оксидної плівки. У порошкоподібному стані реакційна здатність цирконію підвищується. За звичайних температур цирконій вступає в реакцію лише з  $F_2$ , HF і розчиняється у суміші плавикової та нітратної кислот за схемами:



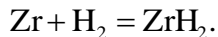
З нітратною і концентрованою (вище 50%) сульфатною кислотами, а також з царською водою взаємодія починається при температурі якнайменше  $100^\circ C$ :



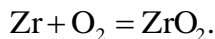
При високих температурах порошок цирконію сполучається не тільки з галогенами, але і з сіркою, азотом, вугіллям, окиснюючись до ступеня окиснення +4 чи +3 і утворюючи відповідно галогеніди, сульфіди, нітриди, карбіди:



Поглинаючи водень, цирконій набуває ступеня окиснення +2 і утворює гідрид:

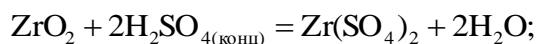
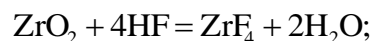


Порошок цирконію самозаймається на повітрі вже при  $250^\circ\text{C}$  :

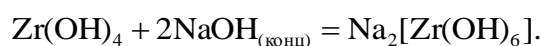
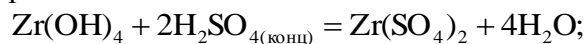


**б)** Цирконій утворює вищий оксид складу  $\text{ZrO}_2$ , якому відповідає гідроксид  $\text{Zr}(\text{OH})_4$ .

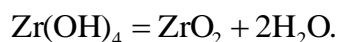
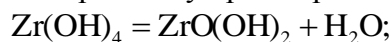
За високих температур  $\text{ZrO}_2$  виявляє слабкі амфотерні властивості:



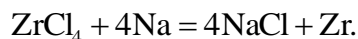
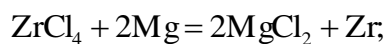
Для цирконій (IV) гідроксиду теж характерні амфотерні властивості, але все ж таки основний характер переважає:



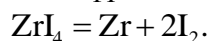
Цирконій (IV) гідроксид підлягає розкладу при нетривалому прожарюванні:



**в)** у вільному вигляді цирконій одержують відновленням магнієм чи натрієм із хлоридів:

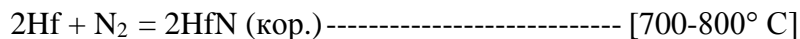
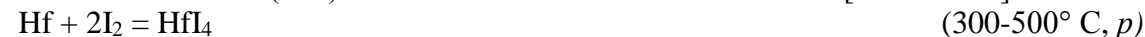
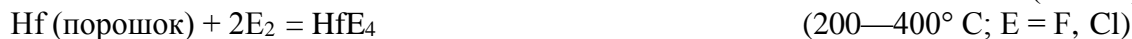
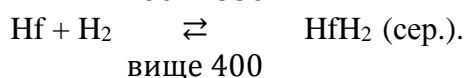
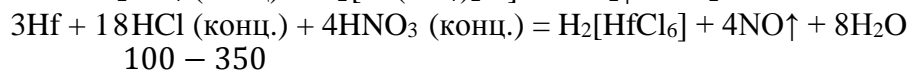
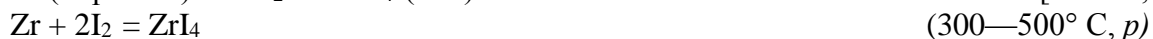
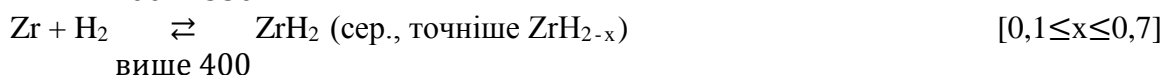
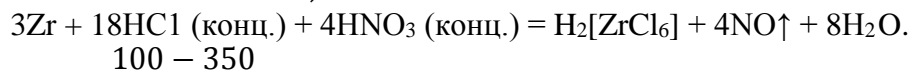
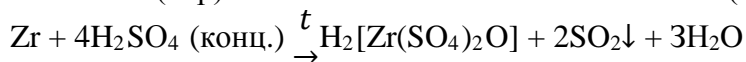
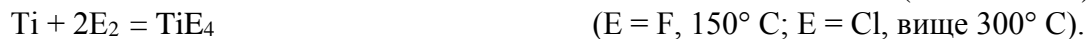
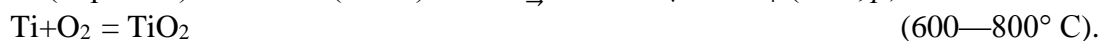
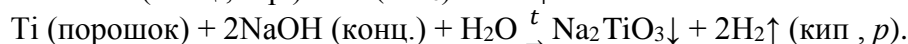
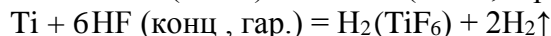
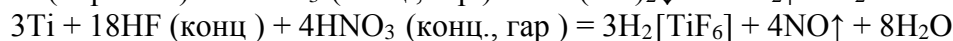
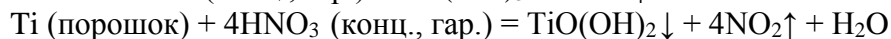
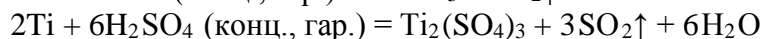
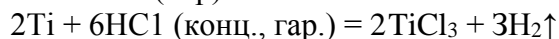


Особливо чисті зразки цирконію одержують шляхом термічного розкладання Цирконій(IV) йодиду на розжареній вольфрамовій дротині в умовах низького тиску:



**г)** практичне значення цирконію особливо велике у металургії спеціальних сталей – додавання всього 0,1% Zr підвищує твердість і в'язкість сталі, що є важливим для виготовлення броньованих плит і щитів. Як самостійний конструкційний матеріал цирконій застосовують при спорудженні атомних реакторів. Використовують його також у вигляді сплавів з Cu, Al і Fe. Сплав цирконію з залізом – фероцирконій – містить 15–50 % Zr. Порошок цирконію є складовою частиною патронних запалів, а у суміші Zr з  $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4$  застосовується у світлових сигналах, які при згорянні дають багато світла майже без диму. Завдяки гідрофобним властивостям поверхні цирконій використовують в конденсаційних установках, а завдяки корозійній стійкості – в нейрохірургії для виготовлення кровозупинних затискачів, інструментів і ниток для накладання швів при операціях на мозку. Широке застосування мають і сполуки цирконію. Так,  $\text{PbZrO}_3$  – п'єзоелектрик у багатьох радіотехнічних приладах. Цирконій діоксид застосовують в освітлювальній техніці як стрижень накаливання. У промисловості виготовляють вогнеупори, керамічні вироби, скло і фарфор із додаванням  $\text{ZrO}_2$ .

## Найважливіші хімічні реакції елементів IVB групи та їх сполук



### Література.

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.
2. Березан О.В. Збірник задач з хімії. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – 320 с.
3. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія: задачі та вправи. Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.

4. Лидин Р.А. и др. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр. / Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева; Под ред.Р.А.Лидина. - М.: Химия, 2000. - 480 с.: ил. ISBN -724-1163-0
5. Лидин Р.А. и др. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр. / Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева; Под ред.Р.А.Лидина. - М.: Химия, 2000. - 480 с.: ил. ISBN -724-1163-0
6. 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.
7. 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.
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.
14. 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.
15. 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.
16. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П., Антрапцева Н.М. Загальна хімія: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2002. – 306 с.

#### **Запитання для самоперевірки.**

1. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступінь окисації атомів. Причини схожості властивостей Цирконію і Гафнію.

2. Розповсюдженість та форми знаходження у природі.
3. Отримання металів.
4. Фізичні властивості.
5. Хімічні властивості. Відношення до неметалів, води, кислот і лугів.
6. Оксиди Титану (II, III, IV). Оксиди Цирконію і Гафнію (IV). Тугоплавкість діоксидів. Їх відношення до води, кислот, лугів. Сильні відновні властивості TiO.
7. Гідроксиди Титану (II, III, IV). Їх кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Титанати, цирконати, гафнати, отримані "сухим" способом і у водних розчинах. Будова титаніл-йону і відповідних похідних Цирконію і Гафнію.
8. Галогеніди елементів. Гідроліз галогенідів. Оксогалогеніди.
9. Застосування титану, цирконію, гафнію та їх сполук. Стопи титану. Діоксид титану в якості пігменту (титанові білила). Безводний TiCl<sub>4</sub> – каталізатор полімеризації олефінів (каталізатор Циглера-Натти). Датчики та паливні елементи на основі ZrO<sub>2</sub>.
10. Запишіть рівняння реакцій та назвіть продукти:

