Урок. Валентність і ступінь окиснення елементів у збудженому стані

комбінований урок (засвоєння нових знань з елементами практикуму) · 45 хв

Проблемне питання уроку: Чому атом Карбону, в якого в основному стані лише два неспарені електрони, утворює чотири хімічні зв'язки, а «одновалентний» Хлор виявляє валентність аж VII, і як від цього залежать ступені окиснення, які ми щодня пишемо у формулах?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень/учениця називає визначення понять «основний стан», «збуджений стан атома», «валентність», «ступінь окиснення» • учень/учениця записує графічну електронну формулу атома Хлору або Карбону в основному та збудженому станах • учень/учениця називає всі можливі валентності Хлору та ступені окиснення Карбону, пояснюючи їх за будовою зовнішнього рівня	• учень/учениця складає схему переходу атома в збуджений стан і порівнює число неспарених електронів до і після збудження • учень/учениця визначає можливі валентності та ступені окиснення s- і p-елементів за місцем елемента в Періодичній системі • учень/учениця порівнює поняття «валентність» і «ступінь окиснення», вказуючи спільне й відмінне, і обґрунтовує, чому валентність не застосовують до йонних сполук • учень/учениця розставляє ступені окиснення елементів у бінарних сполуках (CH_4, HCl, CaH_2, AlF_3)	• учень/учениця оцінює, наскільки слушним є загальнопоширене шкільне спрощення «валентність дорівнює ступеню окиснення», і робить обережні висновки замість механічного перенесення правил

Базові поняття і терміни

основний стан атома, збуджений стан атома, валентність, ступінь окиснення, неспарені електрони, проміжний ступінь окиснення, електронегативність.

Форми роботи

- фронтальна
- робота в парах
- робота з текстом підручника
- самостійна письмова робота в зошитах

Обладнання та реактиви

- підручник Хімія 11 кл. (Григорович), § 3
- магнітна дошка з наборами карток-«клітинок» орбіталей і стрілок-«електронів»
- роздаткові картки з таблицями можливих валентностей і ступенів окиснення (за зразком підручника)
- Періодична система хімічних елементів (короткий варіант)
- презентація зі схемами 1–3

Демонстрації

- Модель збудження атома на магнітній дошці — учні бачать, як стрілка-«електрон» зміщується з s- на p-орбіталь, і число неспарених електронів атома Карбону зростає з двох до чотирьох
- Модель розпарювання пар в атома Хлору — учні бачать послідовне збільшення числа неспарених електронів з одного до трьох, п'яти і семи та відповідну зміну валентності I → III → V → VII
- Демонстрація на побутових об'єктах із доступним шкільним реактивом для цієї теми в матеріалі підручника відсутня, тому на уроці використовують лише моделі на магнітній дошці та схеми презентації

Міжпредметні зв'язки

- Фізика — поглинання електромагнітного випромінювання як причина збудження атома (умова hν, жорсткий ультрафіолет, температура поверхні Сонця 6000 K проти 35 000 K для збудження Гідрогену)
- Фізика — енергетичні рівні та переходи електронів між ними, зв'язок енергії переходу з енергією хімічних реакцій

Місце уроку в темі

Попередній урок: На попередньому уроці вивчали § 2: розподіл електронів в атомі, s-, p- і d-орбіталі, графічні електронні формули, принцип мінімальної енергії.

Наступний урок: На наступному уроці застосуємо валентності та ступені окиснення для прогнозування властивостей елементів за Періодичною системою; виконані у домашньому завданні вправи 38–42 з § 3 буде перевірено на початку уроку.

Безпека

- Хімічні реактиви на цьому уроці не використовують, тож заборонено брати з полиць кабінету будь-які банки й склянки з речовинами без дозволу вчителя
- Заборонено дивитися в джерело ультрафіолетового випромінювання, якщо вчитель згадує його як умову збудження: УФ-випромінювання шкодить очам

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація опорних знань (мозковий штурм) — 4 хв
3. Мотивація навчальної діяльності (проблемне питання) — 3 хв
4. Вивчення нового матеріалу — 22 хв
5. Закріплення вивченого — 10 хв
6. Рефлексія — 3 хв
7. Домашнє завдання — 2 хв

Ілюстрації до уроку

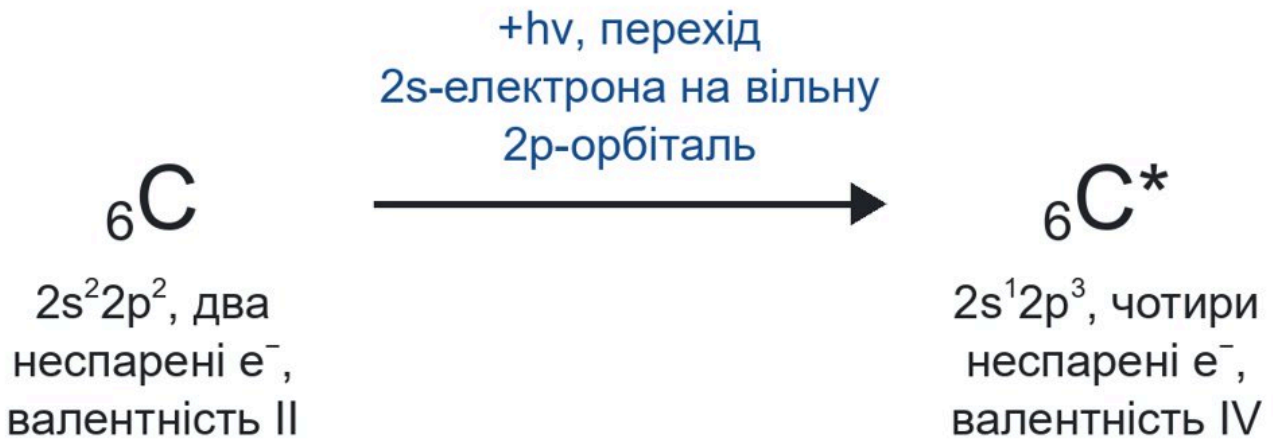


Схема 1. Перехід атома Карбону в збуджений стан: розпарювання 2s-пари і перехід електрона на вільну 2p-орбіталь того самого рівня, валентність зростає з II до IV

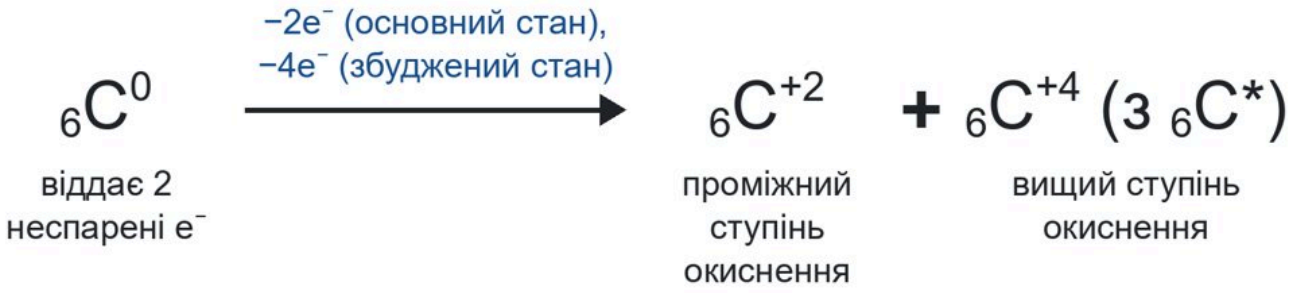


Схема 3. Два шляхи віддачі електронів атомом неметалічного елемента: проміжний ступінь окиснення за рахунок неспарених електронів і вищий, що дорівнює числу електронів зовнішнього рівня

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Вітається, перевіряє готовність класу, на дошці записує тему й проблемне питання уроку, роздає парі роздаткові картки з таблицями можливих валентностей і ступенів окиснення.

Учні: Вітаються, готують зошити, підписують роздаткові картки.

«Сьогодні ми розкриємо секрет, чому атом Карбону утворює чотири зв'язки. Тема на дошці, працюємо з § 3.»

Актуалізація опорних знань (мозковий штурм) 4 хв

Учитель: Пропонує п'ять швидких запитань до § 2; кожен учень письмово одним рядком в одній зошитовій клітинці відповідає на кожне, потім учитель зачитує еталонні відповіді, учні самоперевіряються.

Учні: Письмово відповідають одним рядком на кожне запитання, самоперевіряються, рахують кількість правильних відповідей.

Запитання мозкового штурму (еталонні відповіді): 1. Скільки електронів уміщує s-орбіталь і скільки p-орбіталь? (s — два, p — шість, по два на кожну з трьох клітинок.) 2. Сформулюйте принцип мінімальної енергії. (Електрон займає насамперед орбіталь з найменшою енергією.) 3. Що показує графічна електронна формула? (Розподіл електронів по орбіталях, стрілкою позначають електрон і його спін.) 4. Скільки електронів на зовнішньому рівні атома Хлору? (Сім, VII група короткого варіанта ПС.) 5. Як називають здатність атомів притягувати спільну електронну пару? (Електронегативність, найбільша у Флуору.)

Мотивація навчальної діяльності (проблемне питання) 3 хв

Учитель: Звертає увагу класу на записані на дошці формули CO_2 і CH_4 та HCl і $HClO_4$, які учні щодня бачать у завданнях, і ставить проблемне питання уроку. Пропонує не відповідати одразу, а повернутися до нього в кінці уроку.

Учні: Пригадують, що в CH_4 Карбон «чотирьохвалентний», висловлюють перші здогадки, записують проблемне питання в зошит.

Учитель: «Ви вже знаєте, що атом Карбону має лише два неспарені електрони. Тоді звідки в ньому валентність IV у знайомому вам CH_4? І чому Хлор, який у HCl „одновалентний“, у $HClO_4$ „семивалентний“? Проблемне питання уроку записано на дошці: чому атом Карбону, в якого в

основному стані лише два неспарені електрони, утворює чотири хімічні зв'язки, а „одновалентний" Хлор виявляє валентність аж VII? Відповідь дамо не здогадкою, а будовою атома.»

Вивчення нового матеріалу — 22 хв

Учитель: Проводить три активності: 1) фронтальна робота з текстом § 3 (с. 15–16); 2) заповнення таблиці валентностей і ступенів окиснення в парах; 3) аналіз схем 1–3 із моделлю на магнітній дошці.

Учні: Читають текст підручника, ставлять мікропитання, заповнюють у парах порівняльну таблицю, аналізують схеми, записують висновки.

Активність 1 (близько 7 хв). Робота з текстом підручника § 3, с. 15–16. Учні швидко прочитують підпункт «Збуджений стан атома», олівцем підкреслюють визначення основного й збудженого станів. Два запитання вчителя: «Що відбувається з електроном під час збудження?» (Переходить на менш енергетично вигідну орбіталь, найчастіше на вільну орбіталь того самого рівня.) «Скільки часу атом перебуває у збудженому стані?» (Близько 10^{-8}–10^{-10} с.) Продукт: у зошиті сформульоване визначення збудженого стану одним реченням. Активність 2 (близько 7 хв). Робота в парах із роздатковими картками, на яких надруковані потрібні дані, тож підручник для заповнення не потрібен. Пари заповнюють у зошиті порівняльну таблицю «Валентність і ступінь окиснення»: рядки «що показує», «для яких сполук застосовують», «значення для H_2O». Дані для карток: валентність дорівнює числу спільних електронних пар, утворених атомом, застосовують лише щодо ковалентних сполук, для H_2O валентність Оксигену II; ступінь окиснення — умовний заряд атома, який виник би, якби всі полярні зв'язки мали йонний характер, застосовують до всіх елементів у неорганічних речовинах незалежно від типу зв'язку, для H_2O ступені окиснення H +1 і O −2. Учитель підкреслює: ступінь окиснення є універсальним поняттям, тож саме ним користуються для будь-яких речовин. Продукт: заповнена таблиця в зошиті кожного учня. Активність 3 (близько 8 хв). Аналіз схем 1–3 на презентації з демонстрацією на магнітній дошці. Спочатку учні розглядають Схему 1 і бачать, що під час збудження Карбону пара на 2s-орбіталі розпаровується, неспарених електронів стає чотири, тому валентність зростає з II до IV. Учитель одночасно зміщує картку-«електрон» на p-клітинку дошки, показуючи розпарювання пари. Далі учні розглядають Схему 2: в атома Хлору пари розпарюються на вільні 3d-орбіталі, тому можливі валентності I, III, V і VII, а для Нітрогену, Оксигену і Флуору це неможливо, бо вільних орбіталей немає. Учні розглядають Схему 3 і формулюють загальне правило: неметалічний елемент віддає насамперед неспарені електрони, переходячи в проміжний ступінь окиснення, або всі електрони зовнішнього рівня, переходячи у вищий, що дорівнює номеру групи; приймає стільки електронів, скільки бракує до октету, і переходить у нижчий ступінь окиснення −(8 − число e^- зовнішнього рівня). Продукт: у зошиті записані схеми переходу C → C* і Cl → Cl* із зазначенням валентностей.

Закріплення вивченого — 10 хв

Учитель: Організовує самостійне виконання чотирьох завдань: завдання 1 учні виконують фронтально з швидкою усною перевіркою, завдання 2 у парах, 3–4 індивідуально, учитель контролює слабких за опорою.

Учні: Виконують завдання письмово в зошитах, перевіряють за еталоном на дошці.

Рефлексія — 3 хв

Учитель: Організовує прийом «Три підсумки»: двох учнів просить усно назвати одну причину змінної валентності й одну відмінність валентності від ступеня окиснення, після цього весь клас письмово відповідає на проблемне питання уроку одним-трьома реченнями.

Учні: Двоє відповідають усно, решта письмово формулює відповідь на проблемне питання у зошиті.

Домашнє завдання 2 хв
Учитель: Коментує базову і вибіркову частини, звертає увагу, що завдання за вибором складніші і оцінюються окремо.
Учні: Записують завдання у щоденники, ставлять уточнювальні запитання.

Завдання для закріплення

1. 1. Упізнавання. Оберіть твердження, що стосується збудженого стану атома, і поясніть вибір: а) енергія атома мінімальна; б) електрон перейшов на менш енергетично вигідну орбіталь; в) атом втратив електрон і став йоном; г) атом існує нескінченно довго.
Відповідь: Правильна відповідь — б. У збудженому стані електрон переходить на менш енергетично вигідну орбіталь, зазвичай на вільну орбіталь того самого рівня. Варіант а описує основний стан, в описує йонізацію, а г хибне, бо в збудженому стані атом перебуває лише 10^{-8}–10^{-10} с.

2. 2. Поясніть, чому атоми Оксигену виявляють валентність II, але не можуть виявити валентність IV, на відміну від Сульфуру тієї ж групи.
Відповідь: В атома Оксигену на зовнішньому рівні два неспарені електрони, тому валентність II. На другому рівні немає вільних d-орбіталей, куди міг би перейти електрон із розпареної пари, тож збільшити число неспарених електронів неможливо. У Сульфуру зовнішній рівень третій, і на ньому є вільні d-орбіталі, тому він виявляє також валентності IV і VI.

3. 3. Запишіть у зошиті графічно електронну формулу атома Хлору в основному стані та в першому збудженому стані, позначте валентність у кожному випадку.
Відповідь: Основний стан Cl: $3s^2\ 3p^5$, тобто 3s ↑↓ і три p-клітинки ↑↓ | ↑↓ | ↑, у 3p п'ять електронів і лише один неспарений, валентність I. Перший збуджений стан Cl*: 3s ↑↓, 3p ↑↓ | ↑ | ↑ і 3d ↑ (одна пара розпарена на 3d-орбіталь), тобто $3p^4 3d^1$, усього в атомі 17 електронів, три неспарені, валентність III. Подальше розпарювання дає валентності V і VII.

4. 4. Визначте ступені окиснення всіх елементів у сполуках: CH_4, HCl, AlF_3, CaH_2.
Відповідь: CH_4: H +1 (неметалічний Гідроген сполучений із неметалічним елементом), тому C −4. HCl: H +1, Cl −1. AlF_3: F −1, тому Al +3. CaH_2: металічний Кальцій +2, Гідроген із металом виявляє −1.

Диференціація

Сильним: Сильним учням додаткове завдання з § 3 (завдання 42): пояснити, чому Хлор, маючи в збудженому стані 3, 5 або 7 електронів на зовнішньому рівні, не виявляє ступенів окиснення −3, −5 і −7, і назвати елементи, що виявляють негативні ступені окиснення за повністю спарованих електронів. Очікувана відповідь у двох частинах. По-перше, негативний ступінь окиснення атом отримує, приймаючи електрони до октету, тому нижчим для Хлору може бути лише −1. По-друге, повністю спаровані електрони на зовнішньому рівні мають атоми елементів, які прийняли електрони до конфігурації атома інертного елемента, наприклад Флуор у −1, Оксиген у −2, Нітроген у −3, а також самі інертні елементи з нижчим ступенем окиснення 0.

Підтримка: Слабшим учням опорна картка з алгоритмом на ІНШОМУ прикладі, Селену: «1) знайди групу короткого варіанта ПС; 2) нижчий ступінь окиснення = −(8 − номер групи), для Se це −2; 3) вищий = номер групи, для Se це +6; 4) проміжні для VI групи: +4, +2, 0». З цим алгоритмом учень працює зі Стронцієм і Бромом у завданні 38 (б, г), не переписуючи готовий приклад. Для Стронцію окремо зазначено: він є металічним елементом, тому виявляє лише позитивний ступінь окиснення +2, і пункти про нижчий та проміжні ступені до нього не застосовують.

Домашнє завдання

Базове: § 3 прочитати, відповісти усно на контрольні запитання 28, 30, 31, виконати письмово завдання 38 з § 3 (усі чотири підпункти, для кожного елемента визначити можливі ступені окиснення: а) Рубідій, б) Стронцій, в) Фосфор, г) Бром).

За вибором: Виконати завдання 40 або 41 з § 3 (ступені окиснення елементів у бінарних речовинах чи валентність і ступінь окиснення Оксигену в O_2, OF_2, H_2O_2).

Рефлексія

Прийом «Три підсумки». Усно (двоє учнів): назвіть одну причину змінної валентності елементів і одну відмінність між валентністю та ступенем окиснення. Письмово в зошиті, 2–3 хвилини, усі: відповідь на проблемне питання уроку одним-трьома реченнями за початком «Атом Карбону утворює чотири зв'язки, а Хлор виявляє валентність VII, тому що…». Учень/учениця має вжити терміни «збуджений стан», «неспарені електрони», «ступінь окиснення».

Джерела:

- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 15
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 15, 16
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 16
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 17, 18
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 18
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 18, 19
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 19
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 19, 20
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 20