Урок. Фізичні властивості неметалів. Алотропія

урок засвоєння нових знань (компетентнісний, НУШ) · 45 хв

«Усе — отрута, усе — ліки; те й інше визначає доза» — Парацельс

Проблемне питання уроку: Чому озон, який є отруйною речовиною, застосовують у ліках і для знезаражування питної води?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень/учениця записує визначення алотропії та наводить приклади алотропних модифікацій Оксигену, Сульфуру, Фосфору й Карбону • учень/учениця називає причини алотропії для кожного з чотирьох елементів (кількість атомів у молекулі або будова кристалічних ґраток) • учень/учениця називає фізичні властивості кисню й озону: колір, запах, температуру кипіння, розчинність у воді	• учень/учениця складає рівняння взаємного перетворення кисню на озон і фосфору з киснем • учень/учениця порівнює алотропні модифікації одного елемента за температурою плавлення, розчинністю та хімічною активністю, заповнюючи порівняльну таблицю • учень/учениця пояснює, чому алотропні модифікації одного елемента мають різні властивості	• учень/учениця оцінює небезпеку надлишку озону в повітрі та безпечне його використання для знезаражування води • учень/учениця оцінює значення алотропних перетворень і нових вуглецевих матеріалів для медицини й техніки

Базові поняття і терміни

алотропія, алотропні модифікації, кисень, озон, кристалічна сірка, пластична сірка, кристалічні ґратки.

Форми роботи

- фронтальна
- робота в парах
- робота з текстом підручника

- перегляд відеодемонстрації з питаннями для спостереження

Обладнання та реактиви

- підручник (Савчин, § 16, с. 77–84)
- проєктор для показу схем і відеодемонстрації
- виставка побутових об'єктів: киснева подушка, сірчана мазь з аптеки, коробка сірників, графітовий олівець, ювелірний виріб з алмазом (фото або муляж)
- відеозапис досліду з розігріванням кристалічної сірки й отриманням пластичної
- зошити, роздаткові картки з таблицею для порівняння модифікацій

Демонстрації

- Відеодемонстрація «Кристалічна сірка → пластична» — побачимо, як розплавлену сірку виливають у холодну воду й отримують довгі ланцюги, які легко розтягуються, а згодом вона знову стає ромбічною
- Відеодемонстрація «Горіння червоного фосфору» — побачимо, що червоний фосфор спалахує лише після нагрівання, на відміну від білого, який самозаймається за 40 °C
- Демонстрація на побутових об'єктах «Алотропія навколо нас» — розглядаємо сірчану мазь (Сульфур як антисептик у фармації), сірники (червоний фосфор у намазці), графітовий стержень олівця й згадуємо кисневу подушку з аптечки; зневажливого ставлення до «простих» неметалів не залишається

Міжпредметні зв'язки

- Біологія — роль кисню в диханні живих організмів, озоновий шар як захист Землі від сонячної радіації
- Основи здоров'я — озонування питної води, шкода надлишку озону для людини, застосування активованого вугілля для виведення токсинів
- Фізика — електричний розряд і ультрафіолетове випромінювання як умови перетворення кисню на озон

Місце уроку в темі

Попередній урок: Неметалічні елементи в періодичній системі, неметали як окисники і відновники (§ 15), реакції неметалів з оксидами металічних елементів у металургії.

Наступний урок: Адсорбція і вуглецеві матеріали: дослідження адсорбційної здатності активованого вугілля (§ 17).

Безпека

- Білий фосфор, бром і концентровані луги в кабінеті не використовують: досліди з ними показують лише на відео, бо білий фосфор самозаймається за 40 °C і дуже отруйний
- Відео з розігріванням сірки дивляться з дистанції екрана: під час реального досліду заборонено нахилятися над пробіркою й вдихати гази
- Побутові об'єкти виставки (мазь, сірники, таблетки) не відкривати й не пробувати на смак і на дотик
- При контакті хімічної речовини зі шкірою чи очима — промити водою і повідомити вчителя; про будь-яке погіршення самопочуття під час уроку повідомити вчителя одразу

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація опорних знань — 5 хв
3. Мотивація навчальної діяльності — 3 хв
4. Вивчення нового матеріалу — 21 хв
5. Закріплення — 9 хв
6. Рефлексія — 4 хв
7. Домашнє завдання — 2 хв

Ілюстрації до уроку



Схема 1. Схема «Причини алотропії неметалічних елементів»: від елементів до модифікацій і причин відмінності

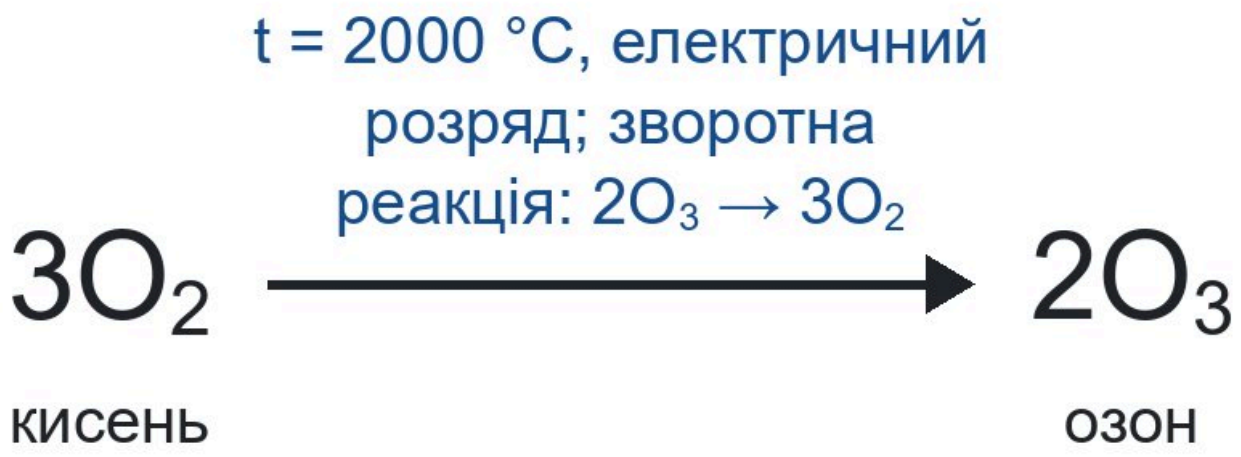


Схема 2. Взаємне перетворення кисню й озону: утворення озону за високої температури та його розклад

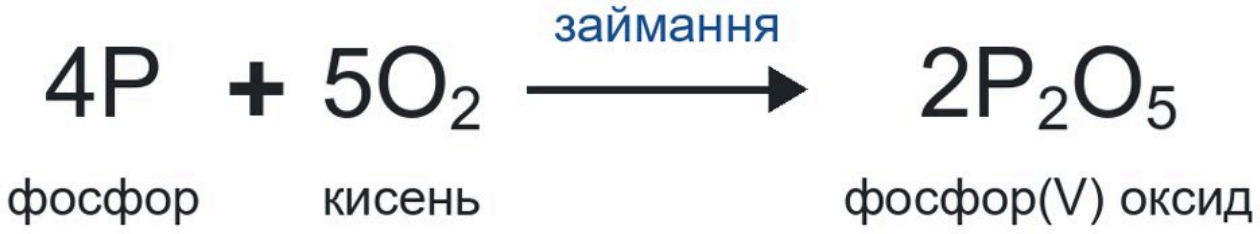


Схема 3. Горіння фосфору в кисні: продукт реакції фосфор(V) оксид

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Вітає клас, перевіряє готовність до уроку, нагадує, що сьогодні знову працюємо з підручником, схемами і в парах.

Учні: Готують зошити, записують дату.

Вітання, перевірка готовності. На дошці записана дата й тема закрита до моменту мотивації.

Актуалізація опорних знань 5 хв

Учитель: Проводить мозковий штурм за попередньою темою § 15: ставить п'ять коротких запитань, учні відповідають кожен письмово одним рядком у зошиті, далі швидка фронтальна звірка.

Учні: Кожен учень пише відповіді одним рядком у зошиті, потім звіряє і виправляє.

Запитання на дошці, відповіді кожен пише у зошиті одним рядком: 1) Де в періодичній системі розміщені неметалічні елементи? (у правій верхній частині від діагоналі, яку умовно можна провести від Бору до Астату). 2) Скільки електронів на зовнішньому рівні атомів неметалічних елементів і які йони вони утворюють? (багато електронів, приєднують електрони, утворюють аніони). 3) Яку властивість проявляє сірка в реакції з металом? (окисну). 4) У якій реакції неметал проявляє відновні властивості? (з оксидом металічного елемента, наприклад ZnO + C = Zn + CO). 5) Наведіть приклад простих речовин одного елемента, відмінних за будовою. (очікувано: кисень і озон, алмаз і графіт).

Мотивація навчальної діяльності 3 хв

Учитель: Показує готову виставку побутових об'єктів: киснева подушка, сірчана мазь з аптеки, коробка сірників, графітовий олівець. Зачитує епіграф Парацельса і ставить проблемне питання.

Учні: Розглядають виставку, висловлюють припущення, записують проблемне питання в зошит.

Учитель: «Перед вами киснева подушка з аптечки. А на екрані фото озонатора, який знезаражує питну воду озоном. Водночас у підручнику написано: озон отруйна речовина. Отже, проблемне питання уроку: чому озон, який є отруйною речовиною, застосовують у ліках і для знезаражування питної води? Згадайте слова Парацельса: „Усе — отрута, усе — ліки; те й інше визначає доза". Пропоную сьогодні довести чи спростувати це на прикладі неметалів». Учні висловлюють припущення (очікувано: справа в дозі, в умінні використати властивість), фіксують питання в зошиті.

Вивчення нового матеріалу 21 хв

Учитель: Проводить три активності. 1) Фронтальна бесіда за § 16 (с. 77–78): вводить поняття алотропії, показує Схему 1, формулює визначення, додає абзац про добування кисню з підручника (с. 79). 2) Робота в парах з текстом підручника: кожна пара отримує фрагмент про модифікації одного елемента (Сульфур, с. 78–79; Фосфор, с. 79–80; Карбон, с. 81–82) і заповнює рядок порівняльної таблиці, показує Схему 2 і Схему 3, демонструє відео з сіркою і фосфором та побутову виставку. 3) Узагальнення: чому властивості різні.

Учні: Записують визначення, працюють у парах з текстом, заповнюють таблицю, фіксують спостереження за відео, беруть участь в узагальненні.

Активність 1 (близько 8 хв). Учитель: «Алотропія (від грецьк. allos — інший, tropos — властивість) — явище утворення хімічним елементом двох або більше простих речовин, різних за властивостями та будовою. Прості речовини одного елемента називають алотропними модифікаціями». Учні розглядають Схему 1 і записують визначення. Учитель: «Порівняйте кисень і озон за даними: кисень — газ без кольору й запаху, майже нерозчинний у воді, кипить за мінус 183 °C; озон — газ блакитного кольору з запахом свіжості, добре розчинний у воді, кипить за мінус 112 °C». Учні називають відмінності й записують: алотропія Оксигену зумовлена різною кількістю атомів у молекулах (O_2 і O_3). Розглядають Схему 2: $3O_2 \rightarrow 2O_3$ за t = 2000 °C або електричного розряду; реакція оборотна, $2O_3 \rightarrow 3O_2$. Далі учитель наводить абзац із підручника: «У промисловості кисень добувають зі зрідженого повітря перегонкою або електролізом води; у лабораторних умовах — розкладом калій перманганату $KMnO_4$, гідроген пероксиду H_2O_2, калій хлорату $KClO_3$». Запитує: «Яка з цих реакцій відбувається у вашій аптечці?» (очікувано: гідроген пероксид, тобто перекис водню, який повільно розкладається на світлі). Активність 2 (близько 10 хв). Пари читають свій фрагмент § 16 і заповнюють рядок таблиці «Модифікація, будова ґраток, ключові властивості, причина відмінності»: для Сульфуру (с. 78–79): ромбічна (лимонно-жовта, плавиться за 112,8 °C), моноклінна (голчасті кристили, утворюється за 95,4–119,3 °C), пластична (довгі ланцюги, з часом знову стає ромбічною); для Фосфору (с. 79–80): білий (молекулярна ґратка, P_4, часниковий запах, світиться в темряві, температура займання 40 °C, дуже отруйний), червоний (атомна ґратка, порошок без запаху, займання майже 260 °C), чорний (атомна ґратка, подібний до графіту, неотруйний, напівпровідник); для Карбону (с. 81–82): алмаз (найтвердіший, плавиться за 4000 °C, не проводить струм, добре заломлює світло), графіт (м'який), карбін (одинарні й потрійні зв'язки), фулерен C_{60} (сферична молекула, сильний антиоксидант). Під час обговорення Фосфору учні розглядають Схему 3 і записують $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$; дивляться відео про горіння червоного фосфору, фіксують, що він спалахує лише після нагрівання. Далі дивляться відео «Кристалічна сірка → пластична» і записують спостереження: розплавлена сірка у холодній воді утворює розтяжні ланцюги. Побутова демонстрація: учитель нагадує виставку, сірчана мазь і сірники

показують застосування модифікацій Сульфуру і Фосфору, киснева подушка і озонатор повертають до проблемного питання. Активність 3 (близько 3 хв). Фронтальне узагальнення: «Чому ж властивості алотропних модифікацій різні?» Учні формулюють: для Оксигену кількість атомів у молекулі, для Сульфуру, Фосфору і Карбону будова кристалічних ґраток і кількість атомів. Учитель повертає до проблемного питання: «Хімічна активність озону значно вища за кисень, бо під час його розпаду утворюється атомарний Оксиген. Саме тому озон знебарвлює барвники, руйнує каучук і знищує мікроорганізми. А отруйність і лікувальна дія розділені дозою». Записують висновок.

Закріплення 9 хв

Учитель: Організовує виконання чотирьох завдань: перші два фронтально усно, третє і четверте письмово в зошитах із наступною перевіркою.

Учні: Виконують завдання, звіряють відповіді, виправляють помилки.

Рефлексія 4 хв

Учитель: Проводить прийом «Повернімося до питання»: учні письмово відповідають на проблемне питання одним-двома реченнями, далі усне обговорення за трьома короткими питаннями.

Учні: Пишуть відповідь на проблемне питання, потім усно називають по одному відкриттю й труднощі уроку.

Домашнє завдання 2 хв

Учитель: Пояснює базове і завдання за вибором, звертає увагу, що на наступному уроці доведеться досліджувати активоване вугілля, тому сьогодні вдома варто згадати його властивості.

Учні: Записують домашнє завдання, ставлять уточнювальні запитання.

Завдання для закріплення

1. Упізнай модифікацію. Про яку алотропну модифікацію йдеться: «воскоподібна речовина з часниковим запахом, світиться в темряві, температура займання 40 °C, дуже отруйна»?

Відповідь: Білий фосфор: у нього молекулярна кристалічна ґратка, молекули чотириатомні P_4, він леткий, легкоплавкий і дуже отруйний.

2. Вибери правильну пару алотропних модифікацій одного елемента: А) сірка і сульфур(IV) оксид; Б) алмаз і фулерен; В) карбон і карбон(IV) оксид. Обґрунтуй вибір.

Відповідь: Правильна відповідь Б: алмаз і фулерен — дві прості речовини Карбону, різні за будовою й властивостями. Сульфур(IV) оксид і карбон(IV) оксид — складні речовини, тому пари А і В не є алотропними модифікаціями.

3. Порівняй кисень і озон: заповни таблицю з трьома рядками (колір і запах, розчинність у воді, хімічна активність) і поясни, чому активність озону вища.

Відповідь: Кисень: без кольору й запаху, майже нерозчинний у воді, добрий окисник у реакціях з металами і деякими неметалами. Озон: блакитний газ із запахом свіжості, добре розчинний у воді, реакційна здатність значно вища, бо під час розпаду озону утворюється атомарний Оксиген.

4. Склади рівняння взаємного перетворення кисню на озон і рівняння горіння фосфору в кисні. Познач умови перетворення.

Відповідь: $3O_2 \rightarrow 2O_3$ (t = 2000 °C або електричний розряд, реакція оборотна, озон поступово розкладається: $2O_3 \rightarrow 3O_2$). Горіння фосфору: $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$.

Диференціація

Сильним: Сильним учням додаткове завдання: скласти ланцюжок перетворень $O_2 \rightarrow O_3 \rightarrow O_2$, записати обидва рівняння й пояснити, чому реакцію вважають оборотною, та навести аргумент, чому озоновий шар на висоті 20–30 км захищає Землю, хоча озон отруйний.

Підтримка: Слабшим учням опорна картка з готовим зразком на ІНШОМУ елементі: заповнений рядок таблиці про модифікації Карбону (алмаз, атомна ґратка, найтвердіша речовина, відмінність зумовлена будовою ґраток). Користуючись зразком, учень самостійно заповнює рядок про модифікації Фосфору за даними підручника.

Домашнє завдання

Базове: Прочитати § 16 (с. 77–84), вивчити визначення алотропії; виконати завдання для самоконтролю 1 і 2 (с. 84).

За вибором: За вибором: підготувати коротке повідомлення (5–6 речень) про одну з нових модифікацій Карбону (графен, фулерени або вуглецеві нанотрубки) та її майбутнє застосування в медицині чи техніці, використавши рубрику «Цікаво знати» (с. 85) і додаткові джерела.

Рефлексія

Прийом «Повернімося до питання» (4 хв). Письмово: кожен учень одним-двома реченнями відповідає в зошиті на проблемне питання уроку «Чому озон, який є отруйною речовиною, застосовують у ліках і для знезаражування питної води?» (очікувано: окисна активність озону висока, бо при розкладі утворюється атомарний Оксиген, тому в малій дозі він знищує мікроорганізми; небезпечна не речовина, а доза). Усно: «Назвіть одне, що ви сьогодні дізналися» і «Що викликало найбільше запитань?». Двоє-троє учнів зачитують відповіді вголос.

Історична довідка

Назва «алотропія» походить від грецьких слів allos (інший) і tropos (властивість). Назва «алмаз» походить від грецького adamas, тобто твердий. Штучні модифікації Карбону добуто порівняно недавно: фулерен C_{60} і нанотрубки описано наприкінці XX століття. Британська вчена Розалінд Франклін у 1940-х роках, досліджуючи пористу структуру вугілля, заклала основу ідеї вуглецевого (графітового) волокна, а графен — окремий шар Карбону завтовшки в один атом — було виділено значно пізніше.

Джерела:

- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 76, 77
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 77
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 77, 78
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 78
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 78, 79
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 79, 80
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 80, 81
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 81, 82
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 82, 83
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 83
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 83, 84
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 84
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 84, 85
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 85
- Хімія (Савчин) 11 клас, с. 85, 86