

**Сумський державний університет**

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

**Інструктивно-методичні матеріали  
до самостійної роботи**

з дисципліни

**КРИСТАЛОХІМІЯ. БУДОВА РЕЧОВИНИ**

для студентів I курсу спеціальності 102. Хімія

## Квантово-механічна модель атома

1. Визначити довжину хвилі ( $\lambda$ ), масу ( $m$ ) та імпульс ( $p$ ) фотону з енергією  $E = 1$  Мев. Порівняти масу фотону з масою електрона у стані спокою.
2. Визначити довжину хвилі ( $\lambda$ ) ультрафіолетового випромінювання, падаючого на поверхню деякого металу при максимальній швидкості фотоелементів, яка дорівнює  $10$  Мм/с. Роботою виходу електронів із металу знехтувати.
3. Визначити довжину хвилі ( $\lambda$ ) фотону маса якого дорівнює масі спокою 1) електрона; 2) протона.
4. Визначити довжину хвилі ( $\lambda$ ) та енергію ( $E$ ) фотона, що належить до  $K_4$  – лінії у структурі характеристичного рентгенівського випромінювання платини (Pt).
5. Атом Гідрогену в основному стані поглинув квант світла довжиною хвилі  $\lambda = 121,5$  нм. Визначити радіус ( $r$ ) електронної орбіти збудженого атома Гідрогену.
6. Визначити енергію фотона, що випускається під час переходу атома Гідрогену з третього енергетичного рівня на перший.
7. Яка доля енергії фотона витрачається на роботу виходу фотоелектрона, якщо червона межа фото ефекту  $\lambda_{\text{ч}} = 307$  нм, а максимальна енергія фотоелектрона дорівнює  $1$  еВ?
8. Визначити максимальну швидкість ( $v_{\text{max}}$ ) фотоелектронів, що вириваються з поверхні срібла ультрафіолетовим випромінюванням з довжиною хвилі  $\lambda = 0,155$  мкм.
9. Визначити енергію, імпульс та масу фотона, якому відповідає довжина хвилі  $\lambda = 760$  нм – червона межа видимого спектру.
10. Знайти довжину хвилі червоної межі фото ефекту для 1) цезію (робота виходу  $\varphi = 1,9$  еВ); 2) міді (робота виходу  $\varphi = 4,5$  еВ). До якої області спектру електромагнітного випромінювання належать ці довжини хвиль?
11. Знайти довжину хвилі де Бройля для електрону, якщо кінетична енергія  $E_{\text{к}} = 10$  кеВ.
12. При якій швидкості електрони будуть мати енергію, рівну енергії фотонів ультрафіолетового світла з довжиною хвилі  $200$  нм.

## Будова ядра атома

1. Визначити, яку частину від об'єму атома кобальту складає об'єм його ядра. Густина кобальту дорівнює  $4,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
2. Вказати скільки нуклонів, протонів, нейтронів містять ядра  ${}^3_2\text{He}^-$ ;  ${}^{10}_5\text{B}^-$ ;  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ ;  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ;  ${}^{104}_{47}\text{Ag}$ ;  ${}^{238}_{92}\text{U}$ .
3. Хлор є сумішшю двох ізотопів з відносними атомними масами  $A_{r1} = 34,969$  і  $A_{r2} = 36,966$ . Знайти відносну атомну масу хлору, якщо масові частки  $w_1$  і  $w_2$  дорівнюють 0,754 і 0,246 відповідно.
4. Визначити діаметри ядер: а)  ${}^8_3\text{Li}$ ; б)  ${}^{216}_{84}\text{Po}$ ; в)  ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ .
5. Ядро радію  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  викинуло  $\alpha$  - частинку (ядро атома  ${}^4_2\text{He}$ ). Знайти масове число  $A$  та протонне число  $Z$  нового ядра. Визначити, якому елементу це ядро відповідає.
6. Природний купрум складається з двох нуклідів  ${}^{63}_{29}\text{Cu}$  та  ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ . Відносна атомна маса Купруму становить 63,55. Обчисліть масову частку  ${}^{63}_{29}\text{Cu}$  в природньому купрумi.
7. Природній магній складається з трьох нуклідів  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ,  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$  і третього нукліду з невідомою атомною масою. Масові частки перших двох нуклідів 78,6% та 10,11% відповідно. Визначити відносну атомну масу третього нукліду. Відносна атомна маса природнього магнію 24,305.
8. Відносна атомна маса хлору становить 35,453. У природі розповсюджені два нукліди цього елемента  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ . Розрахуйте: а) масову частку нукліду  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  у природньому хлорi.; б) масову частку нукліду  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  у хлорній кислоті.
9. Кількість радіоактивного Радону за 11,4 діб зменшилась у 8 разів. Який період напіврозпаду Радону.
10. За який час розпадеться 60% радіоактивного Полонію, якщо його період напіврозпаду становить 138 діб.

## Будова атома. Хвильові властивості матеріальних частинок.

1. Фотон з енергією 16,5 еВ вибив електрон з атома Гідрогену у збудженому стані. Яку швидкість матиме електрон далеко від ядра атома?

2. Визначити максимальну швидкість фотоелектронів, що вириваються з поверхні срібла під час ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі  $0,155 \text{ мкм}$ .

3. При переході електронів атомів Гідрогену з 4ї орбіти на 2гу випромінюються фотони, які дають зелену лінію в спектрі Гідрогену. Визначити довжину хвилі цієї лінії, якщо при випромінюванні фотона атома витрачається енергія  $4,04 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .

4. Скільки фотонів випромінюється за 1 с лампою розжарювання корисна потужність якої становить 60 Вт, якщо середня довжина електромагнітних хвиль  $662 \text{ нм}$ .

5. Тиск монохроматичного світла з довжиною хвилі  $0,6 \text{ нм}$  на чорну поверхню дорівнює  $10^{-7} \text{ Н/м}^2$ . Скільки фотонів падає щосекунди на  $1 \text{ м}^2$  поверхні?

### **Періодична система Д.І.Менделєєва. Періодичний закон.**

1. Водний розчин, що містить йони двовалентного металу, розділили на дві рівні частини. В першу частину розчину опустили залізну пластинку, у другу – кадмієву. Весь метал осів на пластинках, при цьому маса залізної пластинки збільшилась на  $0,2 \text{ г}$ , а кадмієвої зменшилась на  $1,2 \text{ г}$ . Визначити йони якого металу були присутні у розчині.

2. Дві пластинки однакової маси і зроблені з металу(II), занурили одну – в розчин  $\text{CuSO}_4$ , а другу – в розчин  $\text{HgSO}_4$ . Через деякий час маса першої пластинки зменшилась на  $3,6\%$ , а маса другої збільшилась на  $6,675\%$ . Яка еквівалентна маса та назва металу?

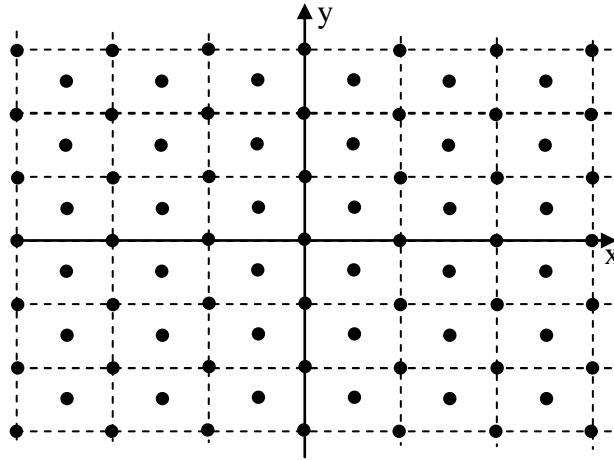
3. Метали  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  та  $X_4$  розміщені в одному із довгих періодів періодичної системи. Відомо, що  $Ar(X_3) = 1,625 Ar(X_1)$ . У результаті взаємодії а) оксиду  $X_1$  з розчином сульфату  $X_2$  утворюється осад сульфату  $X_1$  і розчин речовини А; б) розчину А з сульфатом  $X_3$  утворюється осад і розчин сульфату  $X_2$ ; в) отриманого осаду з розчином сульфату  $X_4$ , в якому метал  $X_4$  трьохвалентний, утворюється осад і розчин сульфату  $X_3$ . Назвати всі речовини, написати необхідні рівняння реакцій.

4. У наслідок обробки водою суміші гідриду та фосфіду лужного металу (їх масові частки у суміші рівні) утворилася газова суміш з густиною за неоном  $0,44$ . Встановіть йони якого металу входили до складу вихідних сполук.

5. У розчин, що містить 10,35 г йонів метану, занурили цинкову пластинку масою 50 г. Після повного виділення металу на пластинці її маса збільшилась на 14,2%. Визначити метал.

## Самостійна робота студентів з теми: Будова кристалів

**Завдання 1.** Для заданої плоскої сітки записати символи напрямків. Зобразити ці напрямки.



Варіант 1. а) Напрямок, що проходить через початок координат і вузол  $[\frac{5}{2} \frac{1}{2} 0]$ .

б) Напрямок, який проходить через вузли  $[[1 \bar{1} 0]]$  та  $[[\bar{1} 20]]$ .

Варіант 2. а) Напрямок, що проходить через початок координат і вузол  $[\frac{5}{2} \frac{3}{2} 0]$ .

б) Напрямок, який проходить через вузли  $[[2 \bar{1} 0]]$  та  $[[1 \bar{2} 0]]$ .

Варіант 3. а) Напрямок, що проходить через початок координат і вузол  $[\frac{3}{2} \frac{1}{2} 0]$ .

б) Напрямок, який проходить через вузли  $[[2 \bar{1} 0]]$  та  $[[3 \bar{2} 0]]$ .

Варіант 4. а) Напрямок, що проходить через початок координат і вузол  $[\frac{7}{2} \frac{3}{2} 0]$ .

б) Напрямок, який проходить через вузли  $[[\bar{1} 10]]$  та  $[[420]]$ .

Варіант 5. а) Напрямок, що проходить через початок координат і вузол  $[\frac{3}{2} \frac{3}{2} 0]$ .

б) Напрямок, який проходить через вузли  $[[220]]$  та  $[[\bar{1} 00]]$ .

**Завдання 2.** Записати індекси Міллера площини, яка відтинає на осях координат відрізки:

Варіант 1.  $2a, -b, -0.25c$

Варіант 2.  $a, b, -0.5c$

Варіант 3.  $2a, -1.5b, -c$

Варіант 4.  $a, 2b, -0.5c$

Варіант 5.  $2a, -b, 0.5c$

**Завдання 3.** Побудувати площину з заданими індексами Міллера:

Варіант 1. (023)

Варіант 2. (210)

Варіант 3. (120)

Варіант 4. (102)

Варіант 5. (123)

**Завдання 4.** Записати повну формулу симетрії для заданих класів симетрії:

Варіант 1. а)  $622$ ; б)  $m\bar{3}m$ .

Варіант 2. а)  $mm2$ ; б)  $m\bar{3}m$ .

Варіант 3. а) 422; б) 6/mmm.

Варіант 4. а) 4/mm; б) 4/m.

Варіант 5. а) 32; б) 4mm.

**Завдання 5.** Кубічна решітка з параметром  $a=0.361$  нм опромінюється пучком рентгенівських променів з довжиною хвилі  $0.154$  нм. Знайти:

Варіант 1. Бреґґівські кути для першого та другого порядків відбивання від площини (111).

Варіант 2. Міжплощинну відстань для площини, яка дає відбивання другого порядку при бреґґівському куті  $37^{\circ}07'$

Варіант 3. Максимальний порядок відбивання, який спостерігається для площини (110).

Варіант 4. Бреґґівські кути для першого та другого порядків відбивання від площини (120).

Варіант 5. Міжплощинну відстань для площини, яка дає відбивання другого порядку при бреґґівському куті  $58^{\circ}35'$

Варіант 6. Максимальний порядок відбивання, який спостерігається для площини (100).

Варіант 7. Бреґґівські кути для першого та другого порядків відбивання від площини ( $\bar{2}10$ ).

Варіант 8. Міжплощинну відстань для площини, яка дає відбивання другого порядку при бреґґівському куті  $72^{\circ}34'$

Варіант 9. Максимальний порядок відбивання, який спостерігається для площини ( $1\bar{1}0$ ).

Варіант 10. Бреґґівські кути для першого та другого порядків відбивання від площини ( $10\bar{1}$ ).

## *Теми рефератів*

1. Розробка розрахункових задач та вправ для самостійної роботи з теми «Будова атомів».
2. Розробка електронного унаочнення для методичного забезпечення самостійної роботи з теми «Будова атомів».
3. Розробка тестових завдань до теми «Атомарний рівень будови речовини».
4. Розробка розрахункових задач та вправ для самостійної роботи з теми «Молекулярний рівень будови речовини».
5. Розробка електронного унаочнення для методичного забезпечення самостійної роботи з теми «Молекулярний рівень будови речовини».
6. Розробка тестових завдань до теми «Молекулярний рівень будови речовини».
7. Розробка розрахункових задач та вправ для самостійної роботи з теми «Надмолекулярний рівень будови речовини. Агрегатні стани речовини».
8. Розробка електронного унаочнення для методичного забезпечення самостійної роботи з теми «Надмолекулярний рівень будови речовини. Агрегатні стани речовини».
9. Розробка тестових завдань до теми «Надмолекулярний рівень будови речовини. Агрегатні стани речовини».
10. Атомні спектри. Принцип дії спектрографа, види спектрів.
11. Уявлення про світлові кванти. Історія розвитку уявлень про будову атома.
12. Квантові числа електронів в атомах (головне, орбітальне, магнітне і спінове квантові числа). Теорія Бора-Зоммерфельда. Будова багатоелектронних атомів.
13. Історія розвитку уявлень про хімічний зв'язок і валентність. Основні характеристики хімічного зв'язку. Фізичні методи визначення структури зв'язку, електронографія.
14. Електричні та магнітні властивості речовин.
15. Розробка розрахункових задач та вправ для самостійної роботи з теми «Електричні та магнітні властивості речовин».
16. Валентність елементів на основі теорії Еейтлера і Лондона. Метод валентних зв'язків.



17. Хімічний зв'язок в комплексних сполуках. Пояснення хімічного зв'язку в комплексних сполуках з допомогою електронних уявлень.
18. Агрегатний стан: кристалічний, рідкий і аморфний стани.
19. Симетрія молекул.
20. Геометрична форма молекул.
21. Типи росту кристалів
22. Моноотропні та енантіотропні поліморфні переходи. Механізм. Морфотропія
23. Рідкі кристали в побудові рідкокристалічних екранів
24. Структурний тип перовскіту
25. Структурний тип шпінелі.
26. Структури солей оксигеновмісних кислот
27. Поняття про тверді розчини, основні типи
28. Межі розчинності, правило Вегарда
29. Симетрія кінчних фігур – точкова симетрія
30. Методи визначення координат атомів
31. Дефекти кристалічної структури
32. Метод розрахунку електронної густини
33. Індeksi кристалографічних площин (Вейса та Міллера)
34. Основні види хімічного зв'язку в кристалах