



**LVIII Всеукраїнська
учнівська
олімпіада з
хімії**

IV етап

УМОВИ

**м. Чернівці
22-27 березня, 2024**

Пам'ятка учаснику олімпіади

1. На розв'язання теоретичних завдань **відводиться 4 години**. Час закінчення туру вказується на дошці. Затримка з припиненням роботи після закінчення часу роботи на 5 хвилин чи більше веде до скасування результатів туру.
2. При виконанні завдань дозволяється користуватися лише ручкою і довідковими матеріалами, виданими організаторами. Дозволяється також користуватися власними олівцями, лінійками і непрограмованими калькуляторами. Користуватися шпаргалками, гаджетами в тому числі мобільними телефонами та годинниками, додатковими довідковими матеріалами, консультуватися з будь-якими особами, окрім кураторів класів і спостерігачів у визначених випадках, **заборонено**.
3. З питаннями щодо правильного розуміння змісту завдань звертайтеся до куратора, якого запросить контролер.
4. Всі результати повинні бути записаними лише у **відведених для цього полях у листах відповідей**. Все, що написано в будь-якому іншому місці, не оцінюється. В якості чернетки ви можете використовувати зворотній бік листів або чистий папір. Якщо вам потрібно замінити зіпсований лист відповідей, звертайтеся до спостерігача.
5. В кожному питанні відмітьте ОДНУ правильну відповідь, закресливши відповідну комірчку у **відведених для цього полях у листах відповідей**.
6. Якщо в умові задачі не сказано інше, при розрахунках використовуйте значення молярних мас елементів з двома знаками після коми.

Таблиця періодичної системи елементів

1 H 1.008	2 He 4.003											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 Ne 20.18																												
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18																												
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95																												
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80																												
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29																												
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)																												
87 Fr (223)	88 Ra 226.0	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Ha (262)																																									
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce 140.12</td> <td>59 Pr 140.91</td> <td>60 Nd 144.24</td> <td>61 Pm (145)</td> <td>62 Sm 150.36</td> <td>63 Eu 151.96</td> <td>64 Gd 157.25</td> <td>65 Tb 158.93</td> <td>66 Dy 162.50</td> <td>67 Ho 164.93</td> <td>68 Er 167.26</td> <td>69 Tm 168.93</td> <td>70 Yb 173.05</td> <td>71 Lu 174.97</td> </tr> <tr> <td>90 Th 232.04</td> <td>91 Pa 231.04</td> <td>92 U 238.03</td> <td>93 Np 237.05</td> <td>94 Pu (244)</td> <td>95 Am (243)</td> <td>96 Cm (247)</td> <td>97 Bk (247)</td> <td>98 Cf (251)</td> <td>99 Es (254)</td> <td>100 Fm (257)</td> <td>101 Md (256)</td> <td>102 No (254)</td> <td>103 Lr (257)</td> </tr> </table>																		58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)
58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97																																
90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)																																

Електрохімічний ряд напруг елементів:

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Cr	Zn	Fe	Co	Sn	Pb	H ₂	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----

Довідкові матеріали

Опис	Значення константи/Формула
Константа автопротолізу води (за с.у.)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Стала Авогадро	$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Універсальна газова стала	$R = 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} = 0,08205 \text{ атм} \cdot \text{л} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Стала Фарадея	$F = 96485 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$
Стала Планка	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Дж} \times \text{с}$
Швидкість світла у вакуумі	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$
Нуль за шкалою Цельсія	273,15 K
Заряд електрона	$1,602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Нормальні умови (н.у.)	$T = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K};$ $P = 1 \text{ атм} = 760 \text{ Торр} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Па}$
Стандартні умови (с.у.)	$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K};$ $P = 1 \text{ Бар} = 10^5 \text{ Па}$
Середня молярна маса повітря	29 г/моль
Розмірність Ньютона	$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \times \text{м} \times \text{с}^{-2}$
Значення електрон-вольту в Дж	$1 \text{ еВ} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ Дж}$
Зв'язок між ентальпією та внутрішньою енергією	$DH = DU + pDV$ (кількість речовини $n = \text{const}$)
Об'єм шара	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
Рівняння стану ідеального газу	$PV = nRT$
Енергія фотона	$E = hc / l$
Вільна енергія Гіббса	$G = H - TS$
Кількість електрики	$Q = I \cdot t$
Рівняння Арреніуса	$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$
Рівняння Нернста	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{(Ox_i)^{v_i}}{(Red_i)^{v_i}}$
Закон Бера–Бугера–Ламберта	$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$
Рівняння Клапейрона-Клаузіуса (інтегральна форма)	$\ln \ln p = -\frac{\Delta H^0}{RT} + \text{const}$
Ізобара хімічної реакції	$\left(\frac{\partial \ln K_a}{\partial T}\right)_p = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$
Інтегральна форма ізобари реакції	$\ln K_a(T) = -\frac{\Delta H^0}{RT} + \text{const}$
Рівняння Фарадея (де $E_{\text{ел}}$ – електрохім. екв. речовини)	$m = \frac{E_{\text{ел}} \cdot Q}{F}$
Залежність між вільною енергією Гіббса, константою рівноваги та потенціалом	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nF \Delta E_{\text{комірки}}^0$
Кріоскопічне рівняння	$\Delta T = iKm, [m] = \frac{\text{моль}}{\text{кг}}$

ТАБЛИЦЯ РОЗЧИННОСТІ СОЛЕЙ, КИСЛОТ, ОСНОВ У ВОДІ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ 25°C

АНИОНИ	НАЗВА АНИОНА	КАТІОНИ																							
		H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Ag ⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Hg ⁺	
OH ⁻	ГІДРОКСИД		М	Р	Р	Р	Н	М	М	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	·	Н	Н	·
F ⁻	ФЛУОРИД	Р	М	Р	Р	Р	Н	Н	М	М	М	Р	М	М	М [†]	Р	Р	М	Н	Р	Р	М	Р	Р	Г
Cl ⁻	ХЛОРИД	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р [†]	Р
Br ⁻	БРОМІД	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р [†]	М
I ⁻	ЙОДИД	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	—	Р	Р	—	Р	Р	Н	М	М [†]	Н	
CO ₃ ²⁻	КАРБОНАТ	М·	М	Р	Р	Р [†]	М [†]	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	—	Н [†]	Н [†]	Н [†]	Н [†]	Н	Н	Н	Н	Г	—
SiO ₃ ²⁻	СИЛКАТ	Н	М	Р	Р	—	Н	Н	Н	Н	Н [†]	Н [†]	Н	Н	Н [†]	Н	Н	Н	Н	М	Н	Н	Г	—	
NO ₂ ⁻	НІТРИТ	Р·	Р	Р	Р	Р·	Р	Р	Р	Р	Г	Г	Р	Р	Г	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Г	—	
NO ₃ ⁻	НІТРАТ	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р·	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CH ₃ COO ⁻	АЦЕТАТ	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р [†]	Р	Р	Р	Н [†]	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Г	Р	
PO ₃ ⁻	МЕТАФОСФАТ	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	Г	Г	
PO ₄ ³⁻	ОРТОФОСФАТ	Р	М	Р	Р	Г	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
S ²⁻	СУЛЬФІД	М	Р	Р	Р	—	М [†]	М [†]	М	Р	Г	Г	Н	Н	Н [†]	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	СУЛЬФІТ	Р·	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	—	—	—	М	—	Н	Н	Н	М	М	М	Н	—	—	
SO ₄ ²⁻	СУЛЬФАТ	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р [†]	Н	

Р - Розчинна речовина (розчинність більше 1г. на 100г. води)
 Н - Практично не розчинна речовина (розчинність менше 0,01г. на 100г. води)
 · - Речовина не стійка і розкладається при утворенні
М - Малорозчинна речовина (розчинність від 0,01г. до 1г. на 100г. води)
 Г - Речовина існує, але взаємодіє з водою, її неможливо виділити з розчину (розчинність визначити неможливо)
 — - Речовина не існує, або немає достовірних відомостей про її існування



8 клас. I тур (тести)

Автори: Сімонов Андрій, Камалова Еліна, Комарницький Олег, Омелянчук Владислав, Ганопольський Антон

1. Який ступінь окиснення має атом Оксигену в сполуці оксиген дифторид?

- А) -2
- Б) -1
- В) 0
- Г) +2

2. Виберіть варіант відповіді, в якому елементи розташовані в порядку збільшення їх електронегативності

- А) $\text{Sc} > \text{Ca} > \text{Y} > \text{Sr}$
- Б) $\text{Ba} < \text{Ce} < \text{Zr} < \text{V}$
- В) $\text{Ga} < \text{In} < \text{Sn} < \text{Ge}$
- Г) $\text{As} > \text{Se} > \text{Br} > \text{S}$

3. Взаємодія з яким катіоном лежить в основі якісної реакції на аніон F^- ?

- А) Ba^{2+}
- Б) Fe^{3+}
- В) Ca^{2+}
- Г) NH_4^+

4. У якого з наведених нижче атомів найменша енергія йонізації?

- А) Sr
- Б) Be
- В) Ra
- Г) Ca

5. Який енергетичний підрівень, як правило, буде заповнюватись наступним після 6s-підрівня за правилом Клечковського?

- А) 4f
- Б) 6p
- В) 5f
- Г) 6s



6. Скільки потрібно додати води до 31 г натрій оксиду, щоб отримати 20%-ий розчин натрій гідроксиду?

- А) 200 г
- Б) 170 г
- В) 169 г
- Г) 160 г

7. Яку масу має о-фосфатна кислота, в якій кількість речовини атомів Оксигену – 2 моль?

- А) 49 г
- Б) 98 г
- В) 196 г
- Г) 392 г

8. Який тиск буде мати 33.6 л гелію у кульці об'ємом 16 л за температури 35 °С?

- А) 114.26 кПа
- Б) 114.26 Па
- В) 239.95 кПа
- Г) 239.95 Па

9. Яка маса білого осаду утвориться при пропусканні через взятий у надлишку розчин барій гідроксиду газоподібного продукту взаємодії 2,10 г харчової соди і 1,80 г оцтової кислоти?

- А) 5,93 г
- Б) 1,10 г
- В) 6,48 г
- Г) 4,93 г

10. Визначте мінімальну молярну масу сполуки, якщо елементний аналіз показав, що вона має такий склад: $w(\text{H}) - 1.03 \%$, $w(\text{S}) - 32.99 \%$ і $w(\text{O}) - 65,98 \%$?

- А) 98 г/моль
- Б) 97 г/моль
- В) 194 г/моль
- Г) 178 г/моль



11. Вкажіть, який з нижченаведених елементів має найбільший радіус атома

- A) Cl
- Б) Tl
- В) Bi
- Г) Ge

12. 12 г NaOH розчинили у 100 мл води. До розчину додали 6 мл 32%-го розчину HCl (густина розчину 1,15 г/мл). Визначте масову частку NaCl в утвореному розчині.

- A) 3,0%
- Б) 2,5%
- В) 5,5%
- Г) 29%

13. Скільки електронів беруть участь в утворенні π -зв'язків в молекулі (CN)₂

- A) 2
- Б) 4
- В) 6
- Г) 8

14. Вкажіть кількість нейтронів в ізотопі ⁸⁷Rb

- A) 37
- Б) 87
- В) 50
- Г) 40

15. Вкажіть суму коефіцієнтів в рівнянні реакції калій перманганату з хлоридною кислотою (HCl).

- A) 21
- Б) 26
- В) 31
- Г) 35

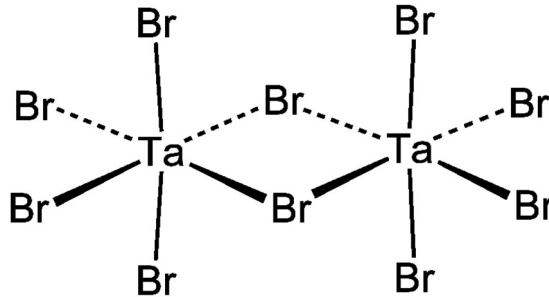
16. Яку суміш сухих солей неможливо розділити розчиненням та наступною фільтрацією?

- A) KNO₃ та CaCO₃
- Б) NaBr та AgCl

В) BaSO_4 та CuSO_4

 Г) NH_4Cl та AgCl

17. Тантал(V) бромід зазвичай існує у вигляді димеру, який зображено нижче. Визначте координаційне число Танталу у цій сполуці.



А) 5

Б) 6

В) 10

Г) 12

18. Який з хлоридів наступних елементів є найменш стабільним за кімнатної температури?

 А) VCl_3

 Б) VCl_5

 В) NbCl_5

 Г) TaCl_5

19. Розчин містить 0.1 М йонів Sr^{2+} та 0.1 М Ag^+ . Додавання яких йонів у кількості 0.5 М спричинить випадіння в осад стронцію, але не аргентуму?

 А) NaNO_3

 Б) NaOH

 В) NaF

 Г) NaCl

20. Скільки електронів з квантовими числами $n = 4, l = 2$ міститься в атомі Ga?

А) 0

Б) 1

В) 2

Г) 3



21. Який з наступних нуклідів є можливим продуктом одностадійного (α – або β – розпаду) ^{223}Fr ?

- А) ^{221}At
- Б) ^{219}Bi
- В) ^{223}Ra
- Г) ^{223}Ac

22. 20 г речовини розчиняють в 200 мл води. Яка з наступних речовин при розчиненні утворює розчин з найменшою масовою часткою солі в розчині?

- А) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Б) $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- В) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- Г) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

23. Яке з наступних тверджень є вірним щодо солі $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$?

- А) Сполука містить один йонний зв'язок, один π -зв'язок та два σ -зв'язки.
- Б) Сполука містить один йонний зв'язок, один π -зв'язок та три σ -зв'язки.
- В) Сполука містить два йонних зв'язок, один π -зв'язок та три σ -зв'язки.
- Г) Сполука містить два йонних зв'язки, два π -зв'язки та шість σ -зв'язків.

24. За день з 1 г ізотопу радію-224 розпадається 0,18 г. Визначте період напіврозпаду радію-224.

- А) 3,5 дні
- Б) 4 дні
- В) 5 днів
- Г) 5,5 днів

25. Як правильно приготувати 500 мл 2.00 М водного розчину H_2SO_4 за допомогою дистильованої води ($M=18.02$ г/моль, густина 1.00 г/мл) та концентрованої H_2SO_4 ($M=98.08$ г/моль, густина 1.84 г/мл)?

- А) Зважити 98,1 г концентрованої сульфатної кислоти мірному стакані об'ємом 500 мл, а потім повільно доводити водою об'єм суміші до 500 мл.
- Б) Зважити 98,1 г концентрованої сульфатної кислоти в мірну колбу та додати дистильовану воду до відмітки на колбі.
- В) Зважити 98,1 г сульфатної кислоти в 100 мл стакан, а потім повільно додавати H_2SO_4 в 500 мл стакан, що містить приблизно 250 мл води. Далі перелити цей розчин в 500 мл мірну колбу та довести до відмітки розчин дистильованою водою.



Г) Зважити 446,6 г дистильованої води в 500 мл мірну колбу та довести розчин сульфатною кислотою до відмітки.

26. Ацетон має тиск насиченої пари 0.307 Бар при 25°C. Зразок 0,1 моль ацетону вміщують в 1 л контейнер, що містить 1 л аргону при 1,00 Бар та 25°C. Далі об'єм контейнеру збільшують до 4,00 л за тієї ж температури. Який тиск встановиться в контейнері після цього?

- А) 0,250 Бар
- Б) 0,307 Бар
- В) 0,557 Бар
- Г) 0,870 Бар

27. Суміш 0,50 моль H_2 та 1,3 моль аргону знаходиться в замкненому контейнері об'ємом 4,82 л. Якщо температура в реакторі 50,0°C, який парціальний тиск H_2 в суміші?

- А) 1,5 атм
- Б) 2,8 атм
- В) 7,2 атм
- Г) 9,9 атм

28. Яка концентрація йонів кальцію в розчині об'ємом 350 мл, який містить 7,50 г $CaCl_2$?

- А) 0,193 М
- Б) 0,252 М
- В) 0,284 М
- Г) 0,535 М

29. Як можна описати геометрію молекули $SOCl_2$?

- А) Рівносторонній тетраедр
- Б) Плоский трикутник
- В) Квадрат
- Г) Нерівносторонній тетраедр

30. Яку максимальну масу HF можна отримати з водню, що утворюється в процесі реакції 2,4 г борану (BH_3) з 3,1 г води?

- А) 2,4 г
- Б) 3,1 г
- В) 6,9 г
- Г) 9,3 г



31. Бінарна сполука містить 12,5% одного з елементів. Ця сполука реагує з водою з виділенням водню. Який елемент може знаходитися в цій сполуці?

- A) Si
- Б) Al
- В) Be
- Г) Mg

32. 1,00 г оксиду елементу X реагує з гідроген пероксидом з утворенням кислоти масою 1,31 г. Інших сполук в цій реакції не утворюється. Визначте елемент X.

- A) Te
- Б) Se
- В) Ge
- Г) As

33. Молибден(VI) оксид можна отримати прожарюванням солі X за температури 1100°C. В процесі реакції утворюється суміш амоніаку та води в мольному співвідношенні 2:1. Якщо 12 г солі X прожарити за цієї температури, утвориться 10 л газу при тиску 120,87 кПа. Вкажіть кількість атомів в молекулі X.

- A) 7
- Б) 12
- В) 15
- Г) 19

34. Триполіфосфатна кислота $H_5P_3O_{10}$ може розщеплюватися лугом NaOH (2 M) до солі ортофосфатної кислоти, продукту повної нейтралізації ортофосфатної кислоти. Який об'єм розчину лугу необхідний для розщеплення 20 г триполіфосфатної кислоти.

- A) 348 мл
- Б) 116 мл
- В) 232 мл
- Г) 464 мл

35. Скільки неспарених електронів знаходиться на валентному рівні йону феруму з зарядом 3+?

- A) 5
- Б) 6



В) 7

Г) 8

36. У реакторі об'ємом 2,0 л при 25°C спочатку містилися азот (N_2) під тиском 300 кПа та кисень (O_2) під тиском 500 кПа. Потім до того ж реактору додавали водень (H_2) до тих пір, поки загальний тиск не досягнув 1200 кПа за тієї ж температури. Який парціальний тиск водню встановиться в реакторі?

А) 200 кПа

Б) 400 кПа

В) 600 кПа

Г) 800 кПа

37. При пропусканні дугового розряду через цей реактор (п.36) кількісно утворився гідроген пероксид, що сконденсувався на стінках реактора. Яка мольна частка азоту в газовій фазі цьому реакторі?

А) 25%

Б) 50%

В) 75%

Г) 90%

38. Розглянемо неорганічні сполуки натрій хлорид ($NaCl$), силіцій карбід (SiC) та магній оксид (MgO). Кожна з цих сполук утворена за допомогою різних типів хімічних зв'язків. Яке твердження є вірним стосовно типів зв'язків у цих сполуках?

А) натрій хлорид ($NaCl$) утворений за допомогою ковалентного зв'язку між атомами Натрію та Хлору з рівномірним розподілом електронів.

Б) силіцій карбід (SiC) складається з атомів Силіцію та Карбону, сполучених металічним зв'язком.

В) магній оксид (MgO) містить іонний зв'язок, при якому магній віддає два електрони Оксигену, утворюючи стабільну йонну решітку.

Г) у силіцій карбіді (SiC) атоми Силіцію та Карбону сполучені йонними зв'язками, з передачею електронів від атомів Силіцію до атомів Карбону.

39. Яка просторова будова молекули ClF_3 ?

А) тригональна біпіраміда

Б) тригональна піраміда

В) трикутна

Г) T-подібна

40. Яка з перелічених кислот є найсильнішою у водному розчині?

А) HF

Б) HCl

- В) HBr
Г) HI

41. Який з наведених металів не реагує з концентрованим розчином нітратної кислоти за стандартних умов?

- А) Sn
Б) Cu
В) Al
Г) Zn

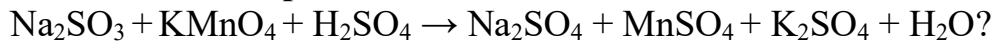
42. У якій зі сполук елемент V групи має найбільшу валентність?

- А) NH₄Cl
Б) HPO₃
В) HNO₃
Г) HClO₄

43. У якій зі сполук масова частка Феруму найбільша?

- А) (NH₄)₂SO₄·Fe₂(SO₄)₃·24H₂O
Б) CuFeS₂
В) Fe₃Al₂(SiO₄)₃
Г) FeSb₂S₄

44. Який коефіцієнт необхідно поставити перед формулою окисника в наведеній схемі реакції:



- А) 1
Б) 2
В) 3
Г) 5

45. Визначте склад газової суміші (у об'ємних %), що складається з азоту та водню, якщо за температури 127°C і тиску 10 атм її густина дорівнює 1,28 г/л.

- А) 1,17% H₂ та 98,83% N₂
Б) 92,8% H₂ та 7,2% N₂
В) 14,7% H₂ та 85,3% N₂
Г) 91,5% H₂ та 8,5% N₂

46. Визначте масову частку домішок у 7,35 г порошку невідомої солі натрію, якщо при його розчиненні та подальшому додаванні розчину аргентум(I) нітрату утворюється 9,40 г яскраво-жовтого осаду.

- А) 18,4%
Б) 81,6%
В) 13,1%
Г) 27,9%

47. Яка маса калій нітрату викристалізується при охолодженні 600 г насиченого розчину від 90°C (розчинність KNO₃ за 90°C складає 200 г на 100 г води) до 30°C (розчинність KNO₃ за 30°C складає 46 г на 100 г води)?

- А) 400,0 г



- Б) 256,2 г
- В) 308,0 г
- Г) 189,0 г

48. Визначте масову частку NaCl після змішування 25 мл розчину з $w(\text{NaCl})=13.45\%$ (густина 1,05 г/мл) і 45 мл розчину з $w(\text{NaCl})=35\%$ (густина 1,12 г/мл).

- А) 45.94%
- Б) 27.62%
- В) 31.45%
- Г) 64.45%

49. Який з методів можна використати для виділення $\text{Cu}(\text{OH})_2$ з розчину?

- А) Флотація
- Б) Екстракція
- В) Магнітна сепарація
- Г) Фільтрація

50. Яка з перелічених речовин має йонну кристалічну ґратку?

- А) Цукор
- Б) H_2SO_4
- В) Mn_2O_7
- Г) Cs_2O

51. Розрахуйте кількість речовини H_2SO_4 в пробі, якщо кількість атомів у пробі становить $4,214 \cdot 10^{24}$.

- А) 0,3
- Б) 0,45
- В) 0,072
- Г) 1

52. При спалюванні 1,55 г простої речовини елементу X утворюється оксид формули X_2O_5 масою 3,55 г. Визначте елемент X.

- А) P
- Б) N
- В) As
- Г) S



53. Яка з наведених речовин буде мати найвищу температуру кипіння?

- А) H_2S
- Б) H_2O
- В) H_2Se
- Г) H_2Te

54. 8 г вуглецю спалили в реакторі з чистим киснем і отримали еквімолярну суміш CO і CO_2 . Який початковий тиск кисню мав бути в реакторі, якщо $V=5$ л і $T=298\text{K}$?

- А) 540,34 кПа
- Б) 245,28 кПа
- В) 542,65 кПа
- Г) 124,55 кПа

55. Скільки існує однозаряджених аніонів, що одночасно містять по одному атому Оксигену, Нітрогену та Карбону та не порушують правило октету?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

56. Наведіть можливий продукт реакції тіофосфорил хлориду (SPCl_3) з натрій гідроксидом.

- А) Na_3SPO_3
- Б) NaHPO_3
- В) P_2O_5
- Г) POCl_3

57. Який кут між зв'язками в йоні I_3^- ?

- А) 180°
- Б) 120°
- В) 109.5°
- Г) 90°

58. Скільки атомів Оксигену знаходиться в 1.00 г трогеріту $(\text{UO}_2)_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$?

- А) $6,47 \times 10^{21}$
- Б) $8,31 \times 10^{21}$
- В) $1,20 \times 10^{22}$
- Г) $1,39 \times 10^{22}$

59. Магній згоряє на повітрі з утворенням суміші MgO та Mg_3N_2 . 1,000 г магнієвої стружки згоряє з утворенням 1,584 г суміші. Який вміст магній нітриду в цій суміші?

- А) 9,00%
- Б) 11,0%
- В) 27,1%
- Г) 90,3%

60. Який метод отримання гідразину (N_2H_4) є найбільш доцільним?

- А) Спалювання амоніаку на повітрі.
- Б) Реакція амоніаку з натрій гіпохлоритом.
- В) Пряма реакцію азоту з воднем.
- Г) Відновлення воднем нітратної кислоти.

8 клас. II тур

Завдання 8.1. Вибуховий елемент

Автор: Ганопольський Антон

Сполука А містить чотири елементи, один з яких є металом. Вона вперше була синтезована в чистому вигляді Отто Ерме в 1866 році.

Її можна отримати в ході реакції між нітратом металу X та калієвою сіллю В. В ході цієї реакції А випадає в осад. Сполука В містить 33% Сульфору за масою.



Метал X в природі часто зустрічається у вигляді мінералу С, бінарної сполуки, що містить 13,75% Сульфору за масою.

- 1.1. Розшифруйте сполуки А, В, С, та метал X.
- 1.2. Зобразіть структурну формулу аніону солі В.

Сполука А розкладається з утворенням сполуки С та двох бінарних сполук - D та E, що не містять елементу X. Сульфуровмісна сполука D за нормальних умов є

рідиною практично нерозчинною у воді, а густина її пари за воднем дорівнює 38. Сполука **E** не містить Сульфуру, а вміст одного з елементів за масою складає 39,13%.

- 1.3. **Напишіть** рівняння реакції розкладу сполуки **A** та розшифруйте сполуки **D** та **E**. **Зобразіть** структурну формулу **D** та вкажіть гібридизацію центрального атому.

Взаємодія сульфату елемента **X** з барій хлоридом призводить до утворення сполуки **F**, яка є нерозчинним хлоридом. Відновлення сполуки **F** амоній оксалатом $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ призводить до утворення іншого хлориду елемента **X** – сполуки **G**. Цей хлорид в свою чергу може диспропорціювати з утворенням сполуки **F** та металу **X**.

- 1.4. **Визначте** сполуки **F** та **G**.
 1.5. **Напишіть** реакції утворення сполуки **G** та її диспропорціювання.
 1.6. **Зобразіть** структуру **G**.

Завдання 8.2. (Не Дуже) Інертні Гази

Автор: Ганопольський Антон

Ксенон належить до інертних газів. Довгий час існувала гіпотеза, що він не здатний утворювати сполуки.

У 1962 році Нейл Бартлет помітив, що кисень може вступати в реакцію сполучення з платини гексафторидом PtF_6 з утворенням сполуки йонної будови O_2PtF_6 .

- 2.1. **Визначте ступені окиснення елементів** в сполуці O_2PtF_6 , якщо відомо, що її катіон складається лише з атомів кисню, а в процесі її утворення переноситься лише один електрон.



Пізніше він з'ясував, що ксенон також здатний вступати в таку реакцію. Це поклало початок синтезу сполук ксенону і розвіяння гіпотези про його «інертність».

- 2.2. **Вкажіть продукт реакції** ксенону з платини гексафторидом, якщо відомо, що катіон цієї солі моноатомний.
 2.3. **Зобразіть структуру** аніону в O_2PtF_6 та **вкажіть** гібридизацію центрального атому в аніоні.

Наразі синтезовано три фториди ксенону з валентностями ксенону 2, 4 та 6.

- 2.4. **Визначте** гібридизацію атому ксенону у цих сполуках та зобразіть їх структури.

Для Криптоніуму відома лише одна сполука з Флуором, в якій атом Криптоніуму є sp^3d -гібридизованим. Ця сполука окиснює воду з утворенням двох простих газоподібних речовин та бінарної сполуки, яка має кислотні властивості.

- 2.5. **Наведіть** молекулярну структуру цієї сполуки
 2.6. **Напишіть** рівняння реакції цієї сполуки Криптоніуму з водою.

Для Криптоніуму відомо 5 стабільних ізотопів: ^{80}Kr (2,29% за кількістю атомів), ^{82}Kr (11,6%), ^{83}Kr (11,5%), ^{84}Kr (57,0%), ^{86}Kr (17,3%).

- 2.7. Виходячи з цих даних, **розрахуйте** відносну атомну масу Криптоніуму. Відповідь наведіть з точністю до третього знака після коми.
 2.8. **Відмітьте НА ЛИСТАХ ВІДПОВІДЕЙ** вірні твердження

- Криптон не настільки стабільний як простий елемент
- Електронний радіус ксенону більший за криптон
- Електронний радіус ксенону менший за криптон
- Криптон є більш електронегативним
- Криптон є менш електронегативним

Завдання 8.3. «Сульфур тетрафторид»

Автор: Ганопольський Антон

SF_4 – важливий реагент в хімічному синтезі. Це дуже токсична сполука, яка бурхливо реагує з водою. При цьому ступені окиснення елементів не змінюються.

Уявімо, що в реакторі об'ємом 3 літри знаходиться SF_4 за температури 400°C . Тиск в реакторі становить 12 атм.

- 3.1. **Визначте** кількість речовини SF_4 в реакторі?



В реактор, не відкриваючи його, вводять 4,69 г води.

- 3.2. **Запишіть** рівняння реакції SF_4 з водою, що відбувається в даному реакторі.
 3.3. **Розрахуйте** тиск, який встановиться в реакторі після додавання води (якщо ви не змогли визначити кількість SF_4 в п. 1, то використовуйте значення 0,55 моль).

Після гідролізу SF_4 в реактор було додано 100 г кальцій оксиду (не випускаючи суміш газів). В результаті тиск в реакторі різко змінився.

- 3.4. **Запишіть** реакції, які будуть проходити в реакторі після додавання CaO?
- 3.5. **Розрахуйте** тиск, який встановиться в реакторі після додавання CaO та проходження всіх реакцій за температури 300°C (зміною об'єму реакційної суміші внаслідок додавання/утворення твердих речовин знехтуйте).
- 3.6. **Зобразіть структуру та вкажіть** гібридизацію центрального атому для SF₄ та сульфуровмісного продукту гідролізу.

SF₄ в лабораторних умовах можна отримати окисненням сірки бінарною сполукою А, що містить 49,14% Флуору. Окрім SF₄ в процесі реакції утворюється сполука, що містить 39,2% Флуору.

- 3.7. **Визначте** сполуку А.
- 3.8. **Запишіть** рівняння отримання SF₄ в цій реакції.

Завдання 8.4. «Отруйні китайські пігменти»

Автор: Ганопольський Антон

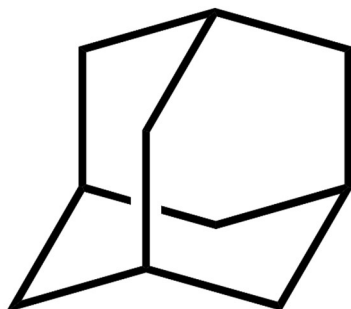
Речовині A₂O₃ здавна надавалися магичні властивості. Вона може бути отримана з мінералу **аурипігменту** (бінарної сполуки). В результаті прожарювання **аурипігменту** на повітрі утворюється A₂O₃, яка утворюється в газовій фазі, якщо температура прожарювання вища за 465°C. Реакція супроводжується виділенням сульфур оксиду.

При прожарюванні 200 г **аурипігменту** за температури 600°C утворюється 289 л газової суміші за тиску 1 атм.



- 4.1. **Визначте елемент А та аурипігмент.**
- 4.2. **Запишіть** рівняння реакції, що призводить до утворення A₂O₃ з аурипігменту.

Структура молекули A₂O₃ є доволі цікавою. Вона дуже нагадує структуру вуглеводню адамантану, що наведена нижче. В вершинах цієї фігури розташовані атоми Карбону, а відрізки позначають сігма-зв'язки між ними. Якщо в цій структурі певні атоми Карбону замінити на атоми А, а інші на атоми Оксигену, то можна отримати структуру молекули A₂O₃.



4.3. Зобразіть структуру A_2O_3

Серед сполук з однаковим якісним складом з аурипігментом, зустрічається одна з дуже яскраво-червоним кольором – **реальгар**. Його безуспішно намагалися використовувати в «китайській» медицині. Молярна маса **реальгару** дорівнює 428 г/моль, а співвідношення мас елементів складає 2,34:1.



4.4 Визначте формулу реальгару.

В цій сполуці лише деякі атоми А утворюють зв'язки між собою.

4.5. Визначте кількість простих зв'язків А-А в цій молекулі, якщо відомо, що ця молекула не містить π -зв'язків, а валентність кожного з елементів однакова для всіх його атомів.

4.6. Елемент А має лише один стабільний ізотоп. Визначте кількість нейтронів, протонів та електронів в цьому ізотопі.

Завдання 8.5. «Брудний розчин»

Автор: Ганопольський Антон

У дослідника випадково опинився розчин ортофосфатної кислоти. Він відібрав 25 мл цього розчину, розбавив його в 1 літрі дистильованої води та відібрав 20 мл утвореного розчину. Цю аліквоту він відтитрував до досягнення другої точки еквівалентності (кількісного утворення HPO_4^{2-}), використовуючи 0,1М розчин NaOH. На титрування дослідник використав 13,1 мл розчину NaOH.



5.1. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються при титруванні ортофосфатної кислоти до першої, другої та третьої точки еквівалентності

5.2. Визначте масову частку ортофосфатної кислоти в розчині.

Дослідник вирішив осадити фосфат за допомогою аргентум(I) нітрату. Спочатку він обережно нейтралізував ортофосфатну кислоту (15 мл вихідного розчину) до отримання натрій ортофосфату. Потім до цього розчину від додав розчин аргентум(I) нітрату.

5.3. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

5.4. Яка маса аргентум(I) нітрату необхідна для повного осадження фосфату з розчину?

Преципітат ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) є надзвичайно важливим добривом. Для його отримання ортофосфатну кислоту нейтралізують кальцій гідроксидом.

5.5. Визначте об'єм розчину ортофосфатної кислоти з концентрацією, визначеною 5в п.2, та масу сухого кальцій гідроксиду, що необхідні для отримання 1 кг преципітату (якщо ви не змогли визначити концентрацію у п.2, вважайте, що вона дорівнює 25%).

Амофоси (суміші амоній гідрогенфосфату та амоній дигідрогенфосфату) також дуже цінні добрива для агропромисловості.

5.6. Визначте який об'єм 10%-го розчину амоній гідроксиду необхідно додати до 120 мл 0,45М розчину H_3PO_4 для отримання суміші після упарювання з вмістом Нітрогену 19,17%. Приміть густину 10% розчину амоніаку рівну густині воді.

Завдання 8.6. «Покараний Микола»

Одного разу молодий хімік Микола після важкого трудового дня покинув ввечері лабораторію, забувши вимкнути плитку. На наступний день керівник Миколи вирішив покарати його за порушення правил техніки безпеки, змусивши робити перекристалізацію - метод очистки основної речовини від домішок, який базується на різниці розчинності речовини при різних температурах, цілого відра кристалогідрату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

З довідника Микола визначив, що при температурі 100°C розчиняється 115 г безводної солі на 100 мл води, а при температурі 25°C – 34,9 г на 100 мл води.

Автор: Сімонов Андрій





- 6.1. **Розрахуйте**, скільки Миколі потрібно взяти води, щоб при розчиненні 987,0 г кристалогідрату отримати насичений розчин при 100°C.
- 6.2. **Визначте** молярну концентрацію, моляльну концентрацію та масову частку CuSO_4 в утвореному в п.1 розчині. Приміть густину розчину рівній 1,32 г/мл. (Якщо ви не змогли визначити масу води в попередньому пункті, прийміть її рівною 1500 г).
- 6.3. **Розрахуйте** масу кристалогідрату, який випаде в осад при охолодженні цього розчину до 25°C.
- 6.4. Враховуючи, скільки речовини було використано і скільки отримано, **розрахуйте** теоретичний вихід перекристалізації.
- 6.5. Якщо припустити, що речовину можна вважати чистою після 10 повторень перекристалізації, **розрахуйте**, яку масу кристалогідрату отримає Микола після цього процесу.

8 клас (експеримент)

Завдання 1. Кількісний аналіз

Автор: Євгенія Вержак

Вам видано зразок суміші кристалогідрату **барій хлориду** $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ та **силіцій(IV) оксиду**. Кількість молекул води у складі кристалогідрату та масові частки компонентів у суміші невідомі, тож Ви маєте їх визначити. Спочатку при прожарюванні зневоднюється кристалогідрат, кількість води визначається за втратою маси. Далі частина суміші розчиняється у воді, що дає нам масу барій хлориду. Маса нерозчинного залишку після висушування відповідає силіцій(IV) оксиду. Маючи ці 3 значення можна розрахувати потрібні дані.

Перелік обладнання та посуду на робочому місці

- | | |
|---------------------------|---------|
| 1. Газовий пальник | – 1 од. |
| 2. Триніг або штатив | – 1 од. |
| 3. Трикутник або кільце | – 1 од. |
| 4. Тигель | – 1 од. |
| 5. Тигельні щипці | – 1 од. |
| 6. Хімічний стакан 100 мл | – 1 од. |
| 7. Мірний циліндр 50 мл | – 1 од. |
| 8. Лійка | – 1 од. |
| 9. Колба конічна 250 мл | – 1 од. |
| 10. Калька (~5*5 см) | – 1 од. |
| 11. Паперовий фільтр | – 2 од. |



Реактиви

Назва	Стан	Концентрація	Кількість	Маркування
Задача	Твердий	–	–	Задача
Дистильована вода	Рідина	–	100 мл	Вода

Перелік обладнання загального користування

- Ваги – 3 од. (по 1-ій в лабораторії)
- Сушильна шафа – 3 од. (по 1-ій в лабораторії)

Хід роботи

У процесі виконання отримані експериментальні значення необхідно занести у таблицю, пункти 1-6. Записуйте значення мас з точністю до третього знаку після коми. Після виконання експерименту заповніть пункти 7-13 розрахунковими даними.

- Зважте порожній тигель та запишіть його масу.
- Перенесіть суміш (задачу) у тигель, зважте та запишіть масу.
- Попросіть спостерігача увімкнути пальник, помістіть тигель на трикутник та прожарюйте протягом ~ 7 хвилин. Попросіть спостерігача вимкнути пальник, дочекайтесь охолодження тигля, зважте його та запишіть масу.
- Повторіть п.3 ще раз, запишіть масу. Якщо різниця маси складає менше 0,05 г, переходьте до наступного пункту. В іншому випадку повторіть п.3 ще раз.
- Перенесіть суміш з тигля у стакан. Відміряйте мірним циліндром 20 мл дистильованої води та перелийте у тигель. Перелийте вміст тигля із залишками суміші у стакан, намагаючись максимально повно перенести усі нерозчинні фрагменти. Відміряйте та налейте в тигель ще 20 мл дистильованої води та перелийте у стакан. Обережно перемішайте вміст стакану коловими рухами до повного розчинення барій хлориду.
- Помістіть лійку у конічну колбу. Складіть паперовий фільтр у 4 рази, вставте у лійку та змочить невеликою кількістю дистильованої води.
- Перелийте вміст стакану у фільтр, дочекайтесь закінчення фільтрування та промийте стакан 2-3 рази дистильованою водою таким чином, щоб у ньому не лишилось твердої фази.
- Обережно перенесіть фільтр на підписану чашку Петрі та зверніться до спостерігача для просушування протягом 10 хвилин. Після висушування дочекайтесь його охолодження до кімнатної температури.
- Покладіть кальку для зважування на ваги, натисніть кнопку «Т», перенесіть висушений осад на кальку та запишіть його масу.
- Виконайте необхідні розрахунки та заповніть таблицю.

№	Параметр	Значення
1	Маса порожнього тигля	
2	Маса тигля з сумішшю	
3	Маса тигля після першого прожарювання	
4	Маса тигля після другого прожарювання	
5	Маса тигля після третього прожарювання (за необхідності)	
6	Маса нерозчинного залишку	
7	Маса суміші	
8	Маса кристалізаційної води	
9	Маса SiO ₂	
10	Маса BaCl ₂	
11	Формула кристалогідрату BaCl ₂ ·xH ₂ O, де x =	
12	Масова частка SiO ₂ , %	
13	Масова частка BaCl ₂ ·xH ₂ O, %	

Задача 2. Якісне визначення неорганічних речовин

Автор: Євгенія Вержак

Якісний аналіз неорганічних речовин без застосування додаткових реагентів в умовах обмеженої кількості досліджуваних речовин є справжнім викликом кожному справжньому хіміку.

Обладнання на робочому місці

1. Штатив для пробірок пластиковий на 10 пробірок – 1 шт.
2. Пробірка скляна – 10 шт.

Реактиви на робочому місці

1. Al₂(SO₄)₃ (розчин) – 15 мл
2. Na₃PO₄ (розчин) – 15 мл
3. NaOH (розчин) – 15 мл
4. HNO₃ (розчин) – 15 мл
5. CuSO₄ (розчин) – 15 мл

Завдання 2

1. У 5 пронумерованих віалах містяться водні розчини наступних речовин: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_3PO_4 , NaOH , HNO_3 , CuSO_4 з концентрацією 0.1 моль/л. Заповніть таблицю, вказавши зовнішні ознаки реакцій, що мають відбуватися при їх змішуванні. Використовуйте наступні позначення:

–	Немає видимих змін
↓	Випадає осад (вказіть колір)
↓↑	Випадає та розчиняється осад

	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Na_3PO_4	NaOH	HNO_3	CuSO_4
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$					
Na_3PO_4					
NaOH					
HNO_3					
CuSO_4					

2. Не використовуючи інших реактивів, визначте, де знаходиться кожна речовина. Проведіть відповідні досліди шляхом попарного зливання розчинів (~1 мл кожного). Запишіть спостереження (номер в таблиці відповідає номеру пробірки):

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

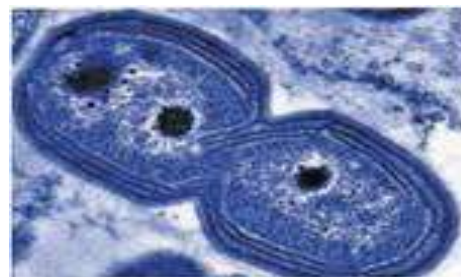
3. Співвіднесіть номери віал з реагентами в них.

Віала	1	2	3	4	5
Речовина					

9 клас. I тур

Завдання 9.1. Маленький гвинтик

Автор: Петро Галатин



Природа нашої планети дуже різноманітна і певною мірою екзотична. Прикладом такої варіабельності флори і фауни є бактерії, які здатні синтезувати ряд неорганічних сполук і, таким чином, регулювати мінеральний обмін на Землі. Представниками таких мікроорганізмів є *Thiothrix*, *Azospirillum*, *Methylococcaceae*. Вони синтезують кислоти **A**, **B1**, **B2** та газ **C** відповідно. Реакція двохосновної кислоти **A** масою 9,8 г з цинком призводить до утворення водню об'ємом 2,24 л (н.у.). Окиснення суміші кислот **B1** та **B2** веде до утворення розчину, що містить лише **B2**. Субстратом (вихідними речовинами) для синтезу кислот **A**, **B1**, **B2** бактеріями є гази **D** та **E**. Сполука **D** має різкий запах та відносну густину за воднем 8,5, а сполука **E** має характерний запах тухлих яєць. Бінарний газ **C** у своєму складі містить атом Карбону, масова частка якого 75%.

1.1. Розшифруйте усі невідомі речовини.

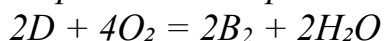
1.2. Напишіть рівняння згаданих реакцій, окрім тих, що відбуваються всередині мікроорганізмів.

1.3. Наведіть геометричну будову молекул газів **C**, **D**, **E** та вказіть гібридизацію центрального атома.

1.4. Обчисліть рН водних розчинів кислот **B1** та **B2** з молярними концентраціями 0,01 моль/л, якщо $K_a(\mathbf{B1}) = 4,0 \times 10^{-4}$. Вважайте, що кислота **B2** у водному розчині дисоціює повністю.

Дослідник помістив у чашку Петрі колонії вищевказаних бактерій. Після дозрівання та розмноження мікроорганізмів їх перенесли у ємність, де містилась газова суміш, що складається з газів **D** і **E** об'ємом 20 літрів (н.у.). Внаслідок ферментативних процесів усередині бактерій з повним використанням вихідних газів утворилася суміш кислот **A** та **B2** масою 64,06 г.

Для розрахунків скористайтеся такими загальними рівняннями хімічних реакцій всередині бактерій:



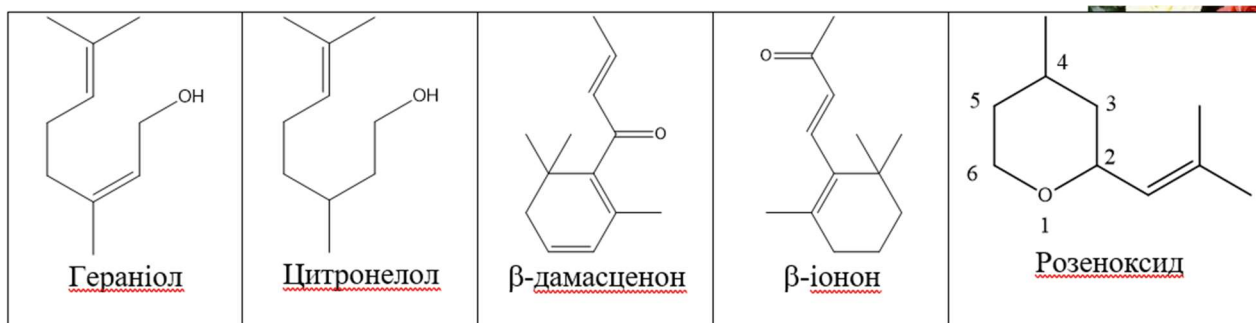
1.5. Обчисліть об'ємні частки газів у початковій суміші.

Завдання 9.2. Хімія в квітах

Автор: Костянтин Гавриленко

Хімічні сполуки, які містяться в квітах та визначають їх колір та аромат, мають дуже різноманітну будову та відносяться до різних класів органічних речовин.

Наприклад, ніжний аромат троянд визначається в основному наступними сполуками:



- 2.1. **Вкажіть**, які з цих сполук є циклічними?
- 2.2. Скільки стереоізомерів має кожна зі сполук на малюнку вище?
- 2.3. **Зобразіть** структурні формули всіх стереоізомерів *Гераніола* та **вказіть** їх конфігурацію відповідно до ZE-номенклатури.
- 2.4. **Зобразіть** структурні формули всіх стереоізомерів *Цитронелола* та **вказіть** їх конфігурацію відповідно до RS-номенклатури.
- 2.5. При повному гідруванні *Гераніол* та *Цитронелол* утворюють одну й ту саму сполуку – *диметилгектанол*. **Вкажіть** номенклатурну назву цієї сполуки без вказування стереохімії.
- 2.6. Скільки діастереомерів та енантіомерів має *Розеноксид*?
- 2.7. **Зобразіть** структурну формулу 2S,4R-Розеноксиду.

Одним з компонентів освіжаючого аромату гіацинтів є ароматична сполука - етиловий естер 2-метоксибензойної кислоти.

- 2.8. **Зобразіть** структурну формулу цієї сполуки та вкажіть тип заміщення в ароматичному ядрі в ній (*орто*-, *мета*-, *пара*-).
- 2.9. **Зобразіть** два інших ізомери заміщення ароматичному ядрі етилового естеру 2-метоксибензойної кислоти та вкажіть тип заміщення в ароматичному ядрі в них.



чи

в

2.10. На малюнку зображено один із стереоізомерів «бузкового спирту», який одним з компонентів надихаючого аромату бузку. **Вкажіть RS-конфігурацію всіх його стереоцентрів.**



€

Завдання 9.3. Джимі Гендрікс

Автор: Андрій Сімонов

Джимі Гендрікс – один з найвпливовіших гітаристів в історії. Наприкінці 60-х він популяризував культову сьогодні, але не дуже відому в той час гітару Fender Stratocaster. Характерною особливістю цієї гітари є багатий спектр натуральних обертонів і чистий «скляний» звук, який забезпечується використанням звукознімачів, зроблених з деякого сплаву. Цей сплав складається з металів **A**, **B**, **C** і **D**. Однак, група хіміків-гітаристів послухавши сьогоденні інструменти помітила, що звучання віртуоза помітно відрізняється. Тому, отримавши доступ до суміші порошків металів, з якої виготовлялись оригінальні звукознімачі, з метою визначення складу вони провели наступну серію експериментів:

1. Суміш обробили концентрованою сульфатною кислотою. В осаді лишилися метали **A** і **D** масою 46,9 г. Метали **B** та **C** утворили розчинні солі.
2. До розчину солей металів **B** і **C** обережно додали NaOH до рН = 8, надлишок гідроген пероксиду та прокип'ятили. Утворився коричневий осад, який відфільтрували та розчинили у концентрованій хлоридній кислоті. При цьому виділився хлор об'ємом 1468 мл (н.у.) та утворилася сіль масою 17,03 г. Ступінь окиснення **C** в ході перетворень змінився на одиницю.
3. До фільтрату з попереднього пункту, що містить сіль металу **B**, додали надлишок натрій гідроксиду. Випав світло-зелений осад масою 23,27 г. При його прожарюванні отримали 18,76 г оксиду чорного кольору.
4. Група хіміків продовжила своє дослідження розчиненням осаду металів **A** і **D** у гарячій хлоридній кислоті.
5. Після розчинення металів, через розчин пропустили молекулярний хлор, для того щоб змінити ступінь окиснення металу **D** на одиницю.
6. Далі в розчин додали надлишок лугу і спостерігали утворення бурого осаду сполуки металу **D**, а метал **A** утворив комплексну сполуку з координаційним числом 6.

7. Осад відділили і прожарили, отримавши 58 г бінарної сполуки, що містить метал **D**. Масова частка Оксигену в бінарній сполуці складає 30%. Зміни ступенів окиснення в процесі не спостерігалось.
8. Розчин відфільтрували і після додавання певної кількості хлоридної кислоти утворився осад гідроксиду металу **A** з масовою часткою Оксигену $w(O) = 61,54 \%$

3.1. **Розшифруйте** зашифровані метали.

3.2. **Запишіть** рівняння реакцій, що відбуваються в ході кожного експерименту (номер комірки відповідає номеру експерименту)

3.3. **Розрахуйте** масові частки металів у вихідному сплаві. Отримані маси металів округлюйте до сотих.

3.4 Атом якого елемента містить 31 нейтрон?

- Ферум
 Кобальт
 Нікель

3.5. Яка з скорочених електронних формул відповідає феруму у складі $FeCl_3$?

- $3d^44s^1$
 $3d^34s^2$
 $3d^54s^0$
 $3d^54s^2$

Завдання 9.4. Вапняк

Автор: Мишастий Андрій

Вапняк є осадовою гірською породою, основним компонентом якої є кальцит $CaCO_3$. Окрім кальциту в складі можуть бути присутні глини, кремнезем, оксиди феруму, доломітні включення (містить мінерал доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$), гіпс та ін. Під час випалювання вапняку при температурах 1000-1200 °C отримують негашене вапно.



Дослідний зразок вапняку масою 200 г, що містив доломітні включення, піддали термічній обробці і отримали негашене вапно з високим вмістом магній оксиду.

- 4.1. **Встановіть** масову частку кальциту в зразку, якщо масова частка Магнію до випалювання складала 9%, а масова частка некарбонатних домішок 9,5 % (їх маса не змінюється при нагріванні).
- 4.2. **Напишіть** рівняння реакцій термічного розкладу карбонатів кальцію та магнію.
- 4.3. **Обчисліть** масову частку магній оксиду в зразку після термічної обробки.



- 4.4. **Обчисліть** об'єм вуглекислого газу (н.у.), який виділився під час термічної обробки 200 г дослідного зразку вапняку?
- 4.5. **Обчисліть** об'єм 2M хлоридної кислоти, необхідний для реакції з вапняком масою 200 г. Вважайте, що некарбонатні домішки не реагують з HCl.

Завдання 9.5. Весела підгрупа Карбону

Автор: Антон Ганопольський

Підгрупа Карбону періодичної системи є досить різноманітною з точки зору властивостей елементів, що входять до неї.

- 5.1. **Зобразіть** будову простих речовин Силіцію та Карбону (алмазу та графіту).
- 5.2. **Порівняйте** радіуси атомів Силіцію та Карбону. Вкажіть, радіус якого з них більший та стисло поясніть причину.
- 5.3. **Порівняйте** електронегативність атомів Силіцію та Карбону. Вкажіть, електронегативність якого з них більша та стисло поясніть причину.

Карбон тетрахлорид та силіцій тетрахлорид відрізняються за реакційною здатністю по відношенню до води. При додаванні CCl_4 до води кислотність не зростає, на відміну від SiCl_4 , додавання якого до води призводить до сильного збільшення кислотності розчину.

- 5.4. **Напишіть** рівняння реакцій CCl_4 та SiCl_4 з водою, якщо такі відбуваються.

Олово та свинець часто зустрічаються в одних і тих самих сплавах. Зазвичай їх розділяють електролізом, проте існують методи, що дозволяють це зробити селективним (вибірковим) осадженням.

Перший метод полягає в селективному розчиненні в концентрованій нітратній кислоті за кімнатної температури. В ході реакції утворюється розчин, що містить сіль одного з металів, та білий осад оксиду іншого металу. В продуктах метали знаходяться в різних ступенях окиснення. Далі осад відфільтровують, відновлюють вуглецем та отримують один із металів у чистому вигляді. Після упарювання розчину та прожарювання, утворений оксид також можна відновити вуглецем до чистого металу за високих температур.

- 5.5. **Напишіть** рівняння згаданих реакцій, що ведуть до розділення олова та свинцю.

Другий метод базується на вибіркового розчиненні PbS та SnS в Na_2S_2 . В ході цієї реакції один з сульфідів розчиняється, а інший залишається твердим.

- 5.6. **Який** з металів розчиняється?

- Sn
 Pb

- 5.7. **Запишіть** рівняння реакції розчинення одного з сульфідів в Na_2S_2

Завдання 9.6. Не все те золото, що жовте

Автор: Олег Комарницький

Алотропні модифікації – це явище існування різних простих речовин, утворених одним елементом.

X — кристалічна речовина жовтого кольору. Вона дуже крихка і легко розтирається в дрібнесенький порошок. У всіх рідких і твердих станах діамагнітна. Зустрічається в трьох алотропних формах: дві кристалічні і аморфна. В кристалічній формі спостерігається впорядковане розташування частинок, а в аморфній частинки не утворюють кристалічну ґратку і загалом розташовані неупорядковано.



Кристалічна форма **X** містить 8 ковалентних зв'язків між атомами, що є sp^3 -гібридизованими, натомість аморфна є полімером, що містить нескінченну кількість цих зв'язків.

6.1. Визначте X. Схематично намалуйте кристалічну та аморфну форму.

Інколи в сполуках спостерігаються «нетрадиційні ступені окиснення» атомів певного елемента. Зазвичай це речовини, у яких два або більше атомів одного елемента мають різні ступені окиснення. Тому «середній» ступінь окиснення виглядає нетипово і навіть буває дробовим. Такі ступені окиснення дуже характерні для сполук, що містять елемент **X**.

При дії на речовину **X** концентрованої розчину NaOH за певних умов утворюються речовини **A** та **B**. Речовина **B** ($w(O) = 30,38\%$) знебарвлює розчин йоду і при цьому утворюється речовина **C** ($w(O) = 35,56\%$). Речовину **B** також можна добути при дії **X** на речовину **D**, яка утворюється при пропусканні газу **E** через розчин лугу. Газ **E** добувають спалюванням **X** на повітрі. При дії на **B** концентрованої HNO_3 утворюється жовтий осад та речовина **F**, яка утворює осад з $Ba(OH)_2$. При електролізі речовини **F** утворюється кислота **G** – сильний неорганічний окисник. Також з речовини **F** можна добути ще один сильний окисник – **H** ($w(X) = 28,07\%$), якщо подіяти на неї концентрованим H_2O_2 . Речовини **B**, **C** та **D** мають однаковий якісний склад. Речовини **F**, **G** та **H** також мають однаковий якісний склад.

6.2. Напишіть формули речовин **A-H**.

6.3. Наведіть рівняння усіх реакцій.

6.4. Зобразіть просторову будову **B**, **C**, **G**, **H** та встановіть гібридизацію центрального (некінцевого) атому(ів) в них.

6.5. Які з наступних мінералів містять **X**? **Оберіть** одну або декілька відповідей.

Пірит

Шпат

Кварц

Олівін

Кіновар

9 клас. II тур

Завдання 9.1 Зелена ватага

Автор: Євген Минак

У процесі фотосинтезу рослини перетворюють вуглекислий газ та воду на глюкозу ($C_6H_{12}O_6$) та кисень.

1.1. **Наведіть** рівняння хімічної реакції для процесу фотосинтезу.

Речовина	ΔH_f° , кДж/моль	ΔS_f° , Дж/(моль·К)
$CO_{2(g)}$	-393,5	213,2
$H_2O_{(p)}$	-285,8	69,9
$C_6H_{12}O_{6(тв)}$	-1273,3	212,1
$O_{2(g)}$		205,0

Використовуючи дані таблиці, дайте відповіді на наступні пункти:

1.2. **Розрахуйте** ΔH° , ΔS° , ΔG° цієї реакції при $T = 298$ К.

1.3. **Чи є** ця реакція термодинамічно самочинною?

При фотосинтезі зелені рослини поглинають енергію від фотона $E = 2,84 \cdot 10^{-19}$ Дж.

1.4. Розрахуйте довжину хвилі λ фотонів, які поглинаються.

Енергія фотона: $E = hc/\lambda$, де h – стала Планка, c – швидкість світла.

Кожен рік для фотосинтезу на всій Землі використовується близько $3 \cdot 10^{21}$ Дж сонячної енергії.

1.5. **Розрахуйте** масу CO_2 , який щорічно вилучається з атмосфери під час фотосинтезу. (Використайте значення ΔG° знайдене у пункті 2, якщо ΔG° не було знайдене, то використайте $\Delta G^\circ = 1439,5$ кДж/моль)

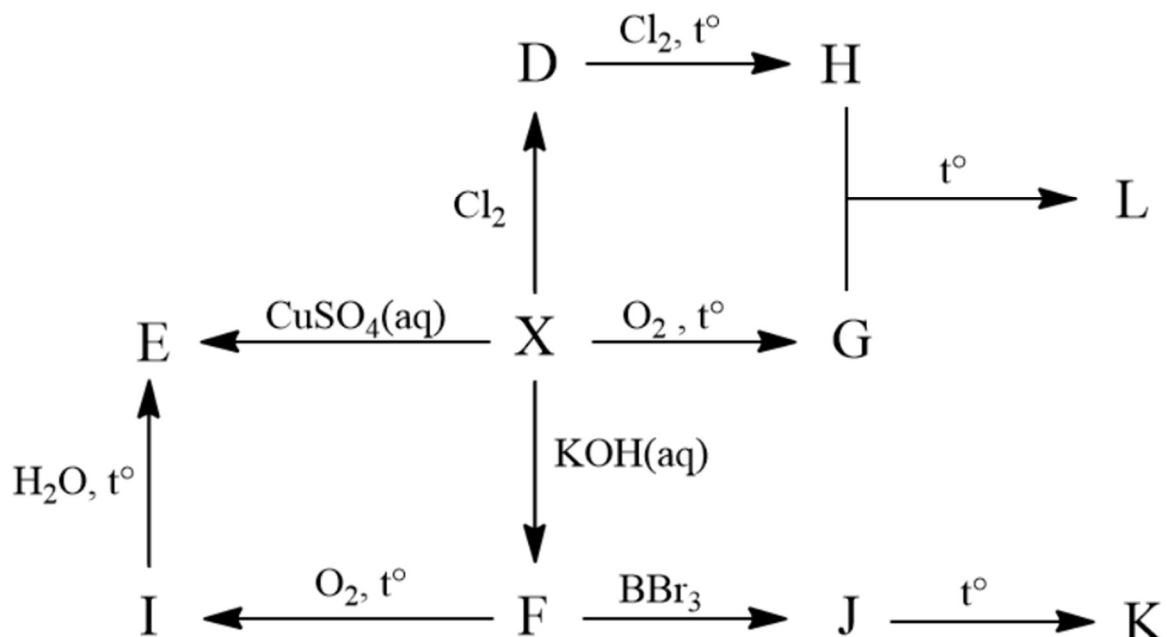
Завдання 9.2 Реактивний світлоносець

Автор: Володимир Краплина

Елемент **X** відомий світові вже 355 років, але не дивлячись на це, він з нами з самого виникнення людства, бо уявити наш організм без нього неможливо. Тому ця задача, як наша данина йому, буде повністю про нього.

У промисловості просту речовину **X** добувають з солі **A** реакцією з піском і вугіллям. Сіль **A** містить у своєму складі атоми трьох хімічних елементів, а саме: Кальцій, елемент **X** та елемент **Z**, вміст якого в земній корі найбільший.

2.1. **Визначте** формулу солі **A**, елементи **X** та **Z**, та **напишіть** рівняння вищезгаданої реакції, якщо масова частка елементу **Z** в сполуці складає 41,27 %, і сполука **A** містить тризарядний аніон.



Хімія елемента **X** дуже різноманітна, що показує схема, яка наведена вище:

- Всі зашифровані сполуки містять елемент **X** у своєму складі;
- Елемент **X** в сполуках **F**, **J**, **K**, **D** знаходиться в не максимальному ступені окиснення;
- Сполука **J** містить донорно-акцепторний зв'язок;
- Масова частка елемента **X** в сполуках складає: **F**(91,18%), **E**(31,63%) та **J**(10,89%);
- Сполука **K** за своєю твердістю подібна алмазу.

2.2. **Визначте** всі зашифровані сполуки.

2.3. **Наведіть** рівняння реакцій зі схеми.

2.4. **Наведіть** структурні формули сполук **G**, **J** та **D**. **Вкажіть** гібридизацію некінцевих атомів.

У 1669 році німецький алхімік Генніг Бранд при нагріванні суміші білого піску і випаруваної сечі отримав речовину **X**, що світилася в темряві, названу спочатку «холодним вогнем». Але пізніше назву змінили на відому нам тепер грецьку назву.

2.5. **Напишіть**, що означає назва елемента **X**.

Завдання 9.3 З турботою про навколишнє середовище

Автор: Анастасія Гриньова

Нітроген (I) оксид є одним із «винуватців» глобального потепління, а також спричиняє руйнування озонового шару в стратосфері. Його атмосферна концентрація збільшується з кожним роком. Найбільше нітроген (I) оксиду надходить в атмосферу внаслідок використання добрив, які розкладаються у ґрунті бактеріями з виділенням цього газу. Він також міститься у викидах промислових виробництв, зокрема виробництва нітратної та адипінової кислот. І якщо викиди спричинені сільським господарством достатньо важко регулювати, то в промисловості цього шкідливого продукту можна позбутися завдяки його здатності розкладатися при нагріванні з утворенням газів, що є основними компонентами повітря.

3.1. Напишіть реакцію розкладу нітроген (I) оксиду.

В реактор об'ємом 5 л помістили 3 моль нітроген (I) оксиду за температури 450 °С.

3.2. Обчисліть тиск у реакторі до та після проходження реакції розкладу. (Відповідь вкажіть у барах.)

Для більш ефективного перебігу реакції використовують каталізатори на основі перехідних металів. При використанні в якості каталізатору платинової пластини за температури 400 °С були отримані наступні результати:

Час реакції, секунди	0	0,5	1	2	4
Загальний тиск газової суміші, бар	10	10,43	10,84	11,67	13,33

3.3. Встановіть порядок реакції. Відповідь аргументуйте.

Кінетичні рівняння для відповідних порядків:

Нульовий: $p = p_0 - kt$

Перший: $\ln p = \ln p_0 - kt$

Другий: $\frac{1}{p} = \frac{1}{p_0} + kt$

3.4. Обчисліть константу швидкості реакції.

Такий порядок часто зустрічається для реакцій, де бере участь каталізатор, особливо коли кількість реагенту значно перевищує кількість каталізатора.

3.5. Оберіть правильну відповідь, що пояснює причину цього феномену.

- Кількість нітроген оксиду в суміші настільки велика, що на механізм впливають закони великих чисел
- Швидкість реакції визначається фіксованою кількістю каталітичних центрів, що зумовлює фіксовану швидкість упродовж всієї реакції незалежно від концентрації нітроген оксиду
- Механізм реакції включає в себе стадії, які мають перший та від'ємний порядок за нітроген оксидом, тому результиуючим порядком реакції є нульовий
- Каталізатор є твердою речовиною, а реагенти і продукти – газоподібними.

Завдання 9.4 Титрування

Автор: Михайло Зайченко

Кислотно-основне титрування – базовий вид титрометричного аналізу, один з найпростіших, проте не менш важливий ніж усі інші. Для успішного проведення експерименту необхідно правильно підібрати індикатор, який буде змінювати забарвлення поблизу точки еквівалентності.

4.1. Дайте визначення таким поняттям: пряме титрування, обернене титрування, точка еквівалентності.

Далі Вам буде запропоновано три методики титрування, для кожної з яких треба визначити початкові наважки речовин, розрахувати рН точки еквівалентності ($pH_{екв.}$), зазначити, які індикатори можна використати для даного експерименту, зазначити тип похибки, зумовленої індикатором (перетитровано/недотитровано).

pT - значення рН, при якому спостерігається різка зміна забарвлення індикатора.

Індикатор	Інтервал переходу	pT
Метилловий оранжевий	3,1-4,0	4
Метилловий червоний	4,2-6,2	5
Феноловий червоний	6,8-8,4	7
Фенолфталеїн	8,2-10	9
Тимолфталеїн	9,3-10,5	10
Алізариновий жовтий	10,0-12,1	11

Експеримент 1

Наважку NaOH розчинили у 100 мл дистильованої води. З утвореного розчину відібрали аліквоту 15 мл, та відтитрували 0,20М розчином хлоридної кислоти. Зміну забарвлення спостерігали при додаванні 18,75 мл розчину титранту. В якості індикатора використовували метилловий червоний.

Експеримент 2

Наважку CH_3COOH розчинили у 200 мл дистильованої води. З утвореного розчину відібрали аліквоту 30 мл, та відтитрували 0,163М розчином натрій гідроксиду. Зміну забарвлення спостерігали при додаванні 23 мл розчину титранту. В якості індикатора використовували тимолфталейн. $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH})=4,76$.

Експеримент 3

Наважку Na_2CO_3 розчинили у 175 мл дистильованої води. З утвореного розчину відібрали аліквоту 27 мл, та відтитрували 0,124М розчином хлоридної кислоти. Першу зміну забарвлення спостерігали при додаванні 8,65 мл розчину титранту. В якості індикатора спочатку використовували фенолфталейн, а потім метиловий оранжевий. $\text{pK}_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,37$, $\text{pK}_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,33$.

4.2. Проведіть необхідні розрахунки та **заповніть** таблицю.

	Експеримент 1	Експеримент 2	Експеримент 3 (перша т.екв)	Експеримент 3 (друга т.екв.)
Маса початкової наважки				
$\text{pH}_{\text{екв.}}$				
Тип похибки				

4.3. Оберіть (**позначте** у відповідних клітинках таблиці) індикатори, які можуть бути використані замість наведеного у відповідних експериментах.

Індикатор	Експеримент 1	Експеримент 2	Експеримент 3 (перша т.екв)	Експеримент 3 (друга т.екв.)
Метиловий оранжевий				X
Метиловий червоний	X			
Феноловий червоний				
Фенолфталейн			X	
Тимолфталейн		X		
Алізариновий жовтий				
Жоден з перелічених				



Завдання 9.5 Поглинач кисню

Автор: Андрій МишастиЙ

В харчовій промисловості для збереження продуктів від псування використовують так звані «поглиначі кисню». Поглинач кисню у вигляді порошку або гранул поміщають в пакетик з напівпроникною мембраною і далі в упаковку з їжею. В окремих випадках вдається досягти зниження вмісту кисню на три порядки в порівнянні з його вмістом в повітрі.

1 г простої металічної речовини **М**, яка є ключовим компонентом «поглинача кисню», висипали в чашку Петрі і залишили на тривалий час у вологому провітрюваному приміщенні. Продукти окиснення піддали термічній обробці при 1000 °С без доступу кисню. Маса зразка після прожарювання становила 1,37 г. При цьому утворився продукт, загальної формули MO_x (x не є цілим числом), який можна представити як суміш двох оксидів металу в різних ступенях окиснення.

- 5.1. **Визначте** метал **М**, якщо його наважка масою 1г при взаємодії з водним розчином хлоридної кислоти виділяє 0,4 л водню (н.у.).
- 5.2. **Знайдіть** x у формулі продукту MO_x . **Вкажіть**, які оксиди металу **М** утворюють MO_x і **обчисліть** їх масові частки в ньому.
- 5.3. **Визначте** об'єм повітря, який можна «нейтралізувати» від кисню поглиначем масою 10 г, якщо початковий вміст O_2 в повітрі 20,95 % за об'ємом, а після поглинання – 0,01 %. Відповідь округліть до сотих. Температура повітря 25 °С, тиск 101,3 кПа.
- 5.4. **Який об'єм** займає повітря із попереднього завдання за нормальних умов?
- 5.5. **Напишіть** рівняння реакцій утворення гідроксидів при взаємодії **М** з киснем повітря в присутності води та рівняння реакцій їх термічного розкладу до оксидів.

Завдання 6. Вгадай мене, якщо зможеш 😊

Автор: Сергій Пунін

Друзі, мабуть, ви вже втомились розв'язувати стільки розрахункових задач. Тож пропонуємо вам пройти невеличкий тест. Для кожного пункту відмітьте один правильний варіант відповіді.

6.1. Кислота Льюїса це...

- Речовина або йон, що є акцептором електронної пари при утворенні донорно-акцепторного зв'язку.
- Речовина, що у водному розчині дисоціює з утворенням йонів H^+ .
- Речовина або йон, що є донором електронної пари при утворенні донорно-акцепторного зв'язку.
- Речовина, що не дисоціює у воді, але дисоціює в інших розчинниках з утворенням йонів H^+ .

6.2. В ході хімічної реакції енергія виділяється чи поглинається тому, що...

- При взаємодії електрони переходять зі збудженого стану в основний і навпаки.
- Сумарна енергія зв'язків в продуктах і реагентах відрізняються.
- З атомних орбіталей утворюються молекулярні орбіталі.
- Продукти і реагенти знаходяться в різному агрегатному стані.

6.3. Молекулярний хлор...

- Завжди є окисником.
- Складається з молекул, дипольний момент яких дорівнює нулю.
- Реагує з багатьма металами, але не реагує з солями.
- Не переходить у твердий стан, оскільки здатен до сублимації.

6.4. Буферний розчин...

- Розчин, який відділений від іншого напівпроникною мембраною.
- Розчин, рН якого не сильно змінюється при додаванні невеликої кількості кислоти чи лугу.
- Будь-який розчин кислоти та солі, що утворена цією ж кислотою.
- Будь-який розчин основи та солі, що утворена цією ж основою.

6.5. Ступінь дисоціації речовини у розчині...

- Не залежить від розчинника.
- Для слабких електролітів дорівнює нулю.
- Зростає при збільшенні концентрації електроліту.
- Зростає при зменшенні концентрації електроліту.

6.6. Валентність Нітрогену в нітратній кислоті дорівнює...

- II
- III
- IV
- V

6.7. Під час електролізу...

- Завжди відбуваються окисно-відновні реакції.
- Не відбувається окисно-відновних реакцій, оскільки електрони переходять не від одних атомів до інших, а від зовнішнього джерела струму.
- Катодний та анодний простір розділяють мембраною, щоб уникнути короткого замикання.
- Сила струму прямо пропорційна різниці між площами катоду та аноду.

6.8. Константа рівноваги...

- Зростає при додаванні каталізатору

- Є відношенням константи швидкості прямої реакції до константи швидкості зворотної реакції.
- Є відношенням константи швидкості зворотної реакції до константи швидкості прямої реакції.
- Не залежить від температури, концентрації, тиску і залежить лише від природи реагуючих речовин.

6.9. Цис-транс ізомерія...

- Завжди спостерігається за наявності в молекулі подвійного C=C зв'язку.
- Спостерігається тільки за наявності в молекулі подвійного C=C зв'язку.
- Спостерігається не тільки за наявності в молекулі подвійного C=C зв'язку.
- Характерна тільки для органічних речовин.

6.10. Вкажіть кількість ізомерів, що мають формулу C₆H₁₄.

- Чотири ізомери
- П'ять ізомерів
- Шість ізомерів
- Сім ізомерів

9 клас (експеримент)

Кількісне визначення іонів Магнію

Спробуйте себе у ролі хіміка-аналітика. Ваше завдання – визначити кількість іонів Mg²⁺ у задачі.

Реактиви на робочому місці

Назва	Стан	Концентрація	Кількість	Маркування
NH ₃ ·H ₂ O + NH ₄ Cl	Водний розчин	–	100 мл	Амоніачний буфер
Еріохром чорний Т: NaCl	Тверда речовина	1:100	3 г	Індикатор
Цинк сульфат	Водний розчин		50 мл	ZnSO ₄ (стандартний розчин)
Трилон Б	Водний розчин	–	100 мл	Трилон Б (робочий розчин)
Магній сульфат	Водний розчин	?	–	MgSO ₄ (задача)

Обладнання та реактиви на загальному столі

1. Дистильована вода.

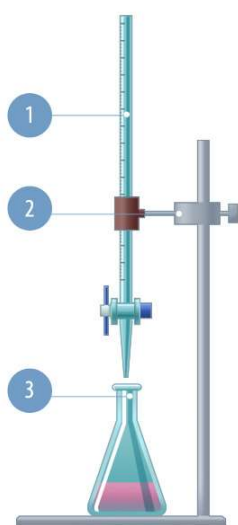
Перелік обладнання та посуду на робочому місці

1. Штатив – 1 од.
2. Тримач для бюретки – 1 од.
3. Бюретка – 1 од.
4. Пластикова лійка – 1 од.
5. Піпетка Мора на 10 мл – 1 од.
6. Груша – 1 од.
7. Конічна колба для титрування на 250 мл – 2 од.
8. Мірний циліндр на 50 мл – 1 од.
9. Мірна пробірка на 10 мл – 1 од.
10. Штатив для пробірок – 1 од.
11. Склянка на 50 мл – 1 од.
12. Задача у мірній колбі на 100 мл – 1 од.
13. Віала з індикатором – 1 од.
14. Шпатель для індикатора – 1 од.

Хід роботи
Завдання 1. Стандартизація робочого розчину Трилону Б

Автор: Анастасія Сачко

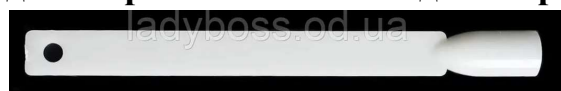
Робочий розчин Трилону Б готується з наважки комерційно-доступного реактиву, тому концентрація розчину відома лише приблизно. Точно її можна визначити, відтитрувавши інший (стандартний) розчин відомої концентрації. Цей процес називається стандартизація, а як стандарт найчастіше використовується розчин цинк сульфату відомої концентрації. Вона вказана на етикетці, **перепишіть** її у таблицю з переліком реактивів.



Малюнок 1. Прилад для титрування:

- 1 – бюретка;
- 2 – тримач для бюретки;
- 3 – конічна колба для титрування.

Малюнок 2. Шпатель для індикатора та кількість індикатора:





1. Наповніть бюретку робочим розчином Трилону Б за допомогою лійки. Носик бюретки не має містити повітря. Зніміть лійку.
2. Доведіть рівень розчину Трилону Б в бюретці до позначки «0»: поступово випускайте розчин, доки нижня межа меніску не співпаде з нульовою відміткою бюретки. Рівень рідини має знаходитись на рівні очей.
3. Промийте піпетку Мора розчином $ZnSO_4$. У колбу для титрування внесіть 10,0 мл стандартного розчину $ZnSO_4$ піпеткою Мора.
4. Додайте 30–50 мл дистильованої води за допомогою циліндру, 10 мл амоніачного буферного розчину мірною пробіркою та невелику кількість індикатора на кінчику шпателя (дивись малюнок). Ретельно перемішайте до повного розчинення індикатора.
5. Постійно перемішуючи вміст колби, повільно титруйте розчином Трилону Б до зміни забарвлення розчину у колбі з винно-червоного на синє (без фіолетового або зеленуватого відтінків).
6. Запишіть значення об'єму розчину Трилону Б (у мл), витраченого на титрування у таблицю 1.
7. За необхідності кроки 1–6 повторіть кілька разів.

Примітка. Значення об'єму розчину Трилону Б, витраченого на титрування, може бути отримано усередненням даних декількох титрувань або одержане в одиничному досліді, який, на Вашу думку, виконаний найточніше.

Результати занесіть у таблицю 1. Розрахуйте концентрацію Трилону Б та запишіть у форматі $X.XX \cdot 10^{XX}$ моль/л

Таблиця 1

Номер титрування	$V_{\text{аліквоти розчину ZnSO}_4}$, МЛ	$V_{\text{(Трилону Б)}}$, МЛ	$V_{\text{прийняте для розрахунків (Трилону Б)}}$, МЛ	$C_{\text{(Трилону Б)}}$, МОЛЬ/Л
	10,0			

Завдання 2. Кількісне визначення вмісту іонів Магнію у розчині

Автор: Анастасія Сачко

Тепер у Вас є робочий розчин Трилону Б точно відомої концентрації. З його допомогою можна точно визначити концентрацію/кількість іонів магнію у задачі.

Хід роботи

1. Мірна колба на 100 мл вже містить певний об'єм досліджуваного розчину $MgSO_4$. Доведіть рівень рідини у колбі дистильованою водою до мітки, яку



- помістіть на рівень очей. Нижня межа меніска має співпасти з відміткою на колбі.
- Закрийте корком та ретельно перемішайте. Для цього повільно переверніть її догори дном та поверніть у вихідне положення. Повторіть процедуру 10 – 15 разів. Запишіть номер задачі (титульна сторінка).
 - Піпетку Мора на 10,0 мл двічі промийте дистильованою водою та 1 раз невеликим об'ємом розчину задачі, який вилийте в умивальник.
 - Наповніть бюретку робочим розчином Трилону Б за допомогою лійки. Носик бюретки не має містити повітря. Зніміть лійку.
 - Доведіть рівень розчину Трилону Б в бюретці до позначки «0»: поступово випускайте розчин, доки нижня межа меніску не співпаде з нульовою відміткою бюретки. Рівень рідини має знаходитись на рівні очей.
 - У колбу для титрування внесіть 10,0 мл задачі піпеткою Мора.
 - Додайте 30–50 мл дистильованої води за допомогою циліндра, 10 мл амоніачного буферного розчину мірною пробіркою та невелику кількість індикатора на кінчику шпателя. Ретельно перемішайте до повного розчинення індикатора.
 - Постійно перемішуючи вміст колби, повільно титруйте розчином Трилону Б до зміни забарвлення розчину у колбі з винно-червоного на синє (без фіолетового або зеленуватого відтінків).
 - Запишіть у таблицю 2 значення об'єму розчину Трилону Б (у мл), витраченого на титрування.
 - За необхідності кроки 4–9 повторіть кілька разів.

Примітка. Значення об'єму розчину Трилону Б, витраченого на титрування, може бути отримано усередненням даних декількох титрувань або одержане в одиничному досліді, який, на Вашу думку, виконаний найточніше.

Розрахуйте масу іонів Mg^{2+} в розчині задачі та запишіть у форматі $X.XX \cdot 10^{XX}$ г. **Прийміть молярну масу Mg^{2+} 24.30 г/моль.**

Заповніть таблицю 2.

Таблиця 2

Номер титрування	$V_{\text{аліквоти}}$, мл	$C_{\text{(Трилону Б)}}$, моль/л	$V_{\text{(Трилону Б)}}$, мл	$V_{\text{прийняте для розрахунків (Трилону Б)}}$, мл	$m(Mg^{2+})$, г
	10,0				

10 клас. I тур

Завдання 10.1. Метан і його супутники

Автор: Тетяна Друженко

Геля Геліївна вивчає зразки природного газу з різних родовищ світу. Для дослідження їй надіслали три суміші, з якими вона провела низку експериментів. Спочатку виміряла густину сумішей. Потім пропустила по 100 мл кожної з сумішей крізь надлишок розчину NaOH і виміряла об'єм газу, що поглинувся. Газ, який не поглинувся, Геля Геліївна збрала, виміряла його об'єм, спалила у надлишку кисню, утворені газоподібні продукти пропустила крізь надлишок розчину NaOH і знову виміряла об'єм газу, що поглинувся. Таблиця з лабораторного журналу Гелі Геліївни:

Дослід	Суміш	№1	№2	№3
1	Густина, г/л (н. у.)	0,9577	0,8160	0,6784
2	Початковий об'єм зразка, мл	100	100	100
3	Об'єм газу, поглинутий розчином NaOH, мл	30	8	0
4	Об'єм непоглинутого газу, мл	70	92	100
5	Об'єм, поглинутий розчином NaOH після спалювання газу з дослідів 4, мл	70	92	93

1.1. Встановіть об'ємний склад сумішей, якщо відомо, що кожна з них складається з двох компонентів, одним з яких є метан.

1.2. Напишіть рівняння хімічних процесів, згаданих в умові задачі.

1.3. Одного разу на дослідження замість природного газу надіслали водень, хлороводень та SF₆. Як виглядатиме таблиця Гелі Геліївни цього разу?

Заповніть таблицю.

Дослід	Речовина	H ₂	HCl	SF ₆
1	Густина, г/л (н. у.)			
2	Початковий об'єм зразка, мл	100	100	100
3	Об'єм газу, поглинутий розчином NaOH, мл			
4	Об'єм непоглинутого газу, мл			
5	Об'єм, поглинутий розчином NaOH після спалювання газу з дослідів 4, мл (якщо цей дослід провести неможливо, ставте прочерк)			

1.4. Запишіть рівняння хімічних процесів, які відбулися під час експерименту.

1.5. Коли Гелі Геліївні надіслали на дослідження NO_2 , вона дуже здивувалася: густина цього газу зменшувалася зі зростанням температури швидше, ніж передбачало рівняння стану ідеального газу, а руде забарвлення ставало інтенсивнішим при нагріванні і зникало при охолодженні. Поясніть експериментальні данні, написавши рівняння відповідної реакції.

Завдання 10.2. Неорганічні електросинтези

Автор: Микита Іваниця

Сполуки деякого елемента **X** надзвичайно розповсюджені у повсякденному житті людини, і для одержання багатьох з них використовується проста речовина **A** - блідо-зелений газ з різким запахом. Речовину **A** одержують за допомогою електролізу водного розчину солі **B**, при цьому на катоді виділяється газ **C**, густина якого за воднем дорівнює 1, а газ **A** виділяється на аноді. При цьому за 1 годину при заданій силі струму 2 А витрачається 4,37 г солі **B**, і в розчині утворюється сильна основа **D**. В електролітичній комірці при цьому обов'язково має бути присутня мембрана, яка розділяє катодний і анодний простір, а проста речовина **A** швидко виводиться з реакційної суміші.

2.1. Визначте елемент **X**, речовини **A-D**, підтвердіть розрахунком.

2.2. Запишіть сумарне рівняння реакції, що відбувається, а також напівреакції процесів, що відбуваються на катоді та аноді.

За допомогою електролізу з сполуки **B** можна також отримати речовини **E** та **F**. Найбільш суттєвою відмінністю від попереднього процесу є відсутність мембрани. Так, **A** відразу поглинається розчином основи **D**, внаслідок чого знову утворюється **B**, а також речовина **E**, яка широко застосовується як дезінфікуючий та відбілюючий засіб. Якщо реакцію проводити при температурах вище 60°C , то продуктом реакції буде речовина **F**. При виробництві паперу **F** відновлюють за допомогою метанолу у присутності концентрованої сульфатної кислоти, при цьому утворюється газ **G**, який застосовують для відбілювання целюлози, і найпростіша органічна кислота **H**. Кількості речовини **F** та метанолу при цьому співвідносяться як 4:1. Речовина **F** також може бути використана для демонстраційного одержання газу **I**, який підтримує горіння і є компонентом атмосферного повітря. Так, у присутності каталізатору - манган(IV) оксиду - 10 г речовини **F** розкладається з утворенням речовини **B** та 3,16 л газу **I** за н.у. За відсутності каталізатору продуктами розкладу речовини **F** будуть солі **B** та **J**.

2.3. Визначте сполуки **E-L**. Враховуйте, що **E**, **F** та **J** мають однаковий якісний, але різний кількісний склад. Запишіть рівняння реакцій, що були згадані.

Сіль **J** також одержують за допомогою анодного окиснення водного розчину речовини **F**. Даний процес вимагає використання платиного аноду, оскільки внаслідок значного потенціалу окиснення на аноді може відбуватись певний побічний процес. Сіль **J** є дуже добре розчинною, що зумовлює її використання для одержання інших сполук з даним аніоном. Так, при реакції з речовиною **K**, яка



LVIII Всеукраїнська олімпіада з хімії



містить 47,56% **X** за масою, утворюється осад малорозчинної сполуки **L**. Солі аніону речовин **J** та **L** широко застосовуються у піротехніці та в координаційній хімії.

2.4. Запишіть загальне рівняння електрохімічного одержання **J** і напівреакцію побічного процесу, що відбувається на аноді під час одержання солі **J**. Якщо ви не визначили речовину **J**, то запишіть загальне рівняння електрохімічного одержання $KMnO_4$ з водного розчину K_2MnO_4 і напівреакцію побічного процесу, що відбувається на аноді.

2.5. Визначте сполуки **K** та **L**.

2.6. Оберіть (підкресліть або обведіть) один або декілька правильних варіантів. Сполуки з аніоном солей **J** та **L** застосовуються у піротехніці, тому що:

- а) вони забарвлюють полум'я у зелений колір,
- б) вони є сильними окисниками,
- в) вони повністю згоряють під дією кисню повітря,
- г) вони забарвлюють полум'я у синій колір.

2.7. Розташуйте сполуки **E**, **F**, **J** в ряд збільшення окиснювальної здатності.

(Слабший окисник) < < (Сильніший окисник)

Поясніть свій вибір, **оберіть** (підкресліть або обведіть) один або декілька правильних варіантів. Збільшення окиснювальної здатності в цьому ряду зумовлена:

- а) Стійкістю аніонів з більшою кількістю атомів Оксигену внаслідок екранування атомами Оксигену.
- б) Стійкістю аніонів з меншою кількістю атомів Оксигену внаслідок зменшення стеричного напруження.
- в) Зменшенням енергії зв'язку катіону і аніону.
- г) Делокалізацією заряду на аніонах .

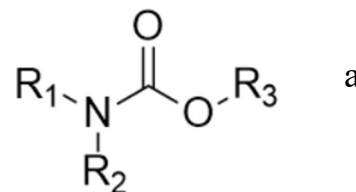
Завдання 10.3. Структурні ізомери

Автор: Микола Пашко

Речовини **A**, **B** та **C** є структурними ізомерами, тобто вони мають однаковий склад, але різні за хімічною будовою. При спалюванні 3,51 г будь-якої з цих речовин утворюється 2,97 г води, 3,36 л вуглекислого газу та 0,336 л азоту (н.у.). Молярна маса речовин менша за 200 г/моль.

3.1. Визначте брутто формулу ізомерів **A**, **B** та **C**.

Відомо, що речовини **A** та **B** є карбаматами, тобто містять у своїй будові карбамоїльний фрагмент NCOO , як зображено праворуч. Де R_1 та R_2 - алкіл, арил або гідроген, R_3 - алкіл або арил.



3.2. Намалюйте всі можливі карбамати з брутто формулою, визначеною у пункті 1.

При лужному гідролізі речовини **A** утворюється вуглекислий газ, метанол та речовина **X**. На титрування 0,500 г речовини **X** витрачається 16,95 мл 0,500 М водного розчину хлоридної кислоти. Відомо, що **X** має нерозгалужену будову.

3.3. Визначте структуру **A** та **X**.

Речовина **B** є стійкою до дії луку, але при взаємодії з хлоридною кислотою розкладається з утворенням вуглекислого газу, неорганічної солі **Y** ($\omega(\text{Cl}) = 66,36\%$) та газуватого вуглеводню **Z**, що знебарвлює бромну воду. В структурі речовини **B** присутні три метильні групи та один четвертинний атом Карбону.

3.4. Визначте структуру **B**, **Y** та **Z**.

Сполука **C** має хіральний центр та є поширеною природною речовиною, яка входить до складу білків. Вона може бути відтитрована як хлоридною кислотою, так і натрій гідроксидом. А у спектрі ^1H ЯМР знятому у D_2O має три сигнали зі співвідношенням інтегральних інтенсивностей 6:1:1 (у D_2O атоми Гідрогену зі зав'язків N-H та O-H обмінюються на атоми Дейтерію, тому їх сигналів у спектрі не видно).

3.5. Визначте структуру **C**, зобразіть її з урахуванням стереохімії, якщо відомо що **C** є S-ізомером.

3.6. Наведіть по одному будь-якому ізомеру **A**, який буде відповідати наступним умовам (якщо такого ізомеру не існує, вкажіть це у полі для відповідей.):

- Ізомер, який буде мати два хіральні центри.
- Ізомер, який буде мати 8-ми членний цикл.
- Ізомер, який буде мати два цикли.
- Ізомер, який буде мати цис-, транс-ізомери.

- д) Ізомер, який не буде мати протонів, що обмінюються з D_2O .
 е) Ізомер, який буде ароматичним.

Завдання 10.4. Китайський ліхтарик

Автор: Валерія Маханькова

Часто забарвлення неорганічних солей та їх розчинів зумовлене утворенням комплексних сполук. Так, безводний сульфат купруму – безбарвна сіль, але, якщо її розчинити у воді, то утвориться світло-блакитний розчин за рахунок утворення аквакомплексу купруму.

При цьому кількість молекул розчинника, що безпосередньо зв'язується з йоном металу, визначається його координаційним числом (КЧ).

4.1 Наведіть формулу аквакомплексу купруму та **зобразіть** структуру цього комплексного йона, якщо координаційне число купруму в ньому дорівнює 6.

4.2 Що у цьому йоні є центральним атомом, а що лігандом?

4.3 Наведіть електронну формулу для Cu^{2+} . **Який** зв'язок утворюється між центральним атомом та лігандами?

Якщо до водного розчину купрум(II) сульфату додати концентровану хлоридну кислоту, то забарвлення розчину зміниться на зеленувате, у випадку водного розчину амоніаку на блакитне, а етилендіаміну (en) – на синє.

4.4 Наведіть схеми реакцій, що описують дані перетворення та **зобразіть** геометричну будову отриманих комплексних аніонів, якщо відомо, що КЧ купруму змінилося лише у випадку додавання концентрованої хлоридної кислоти, а в реакцію з 1 еквівалентом йонів купруму вступає 4 еквіваленти хлорид-йонів, 6 еквівалентів амоніаку або 2 еквіваленти етилендіаміну?

4.5 Скільки ізомерів може бути у комплексу купруму з етилендіаміном з пункту 3? **Зобразіть** їх структурні формули.



Рентгеноструктурним дослідженням монокристала купрум(II) ацетату було встановлено, що ця сполука має загальну формулу $[Cu(CH_3COO)_2(H_2O)]_2$ та димерну будову, а структура отримала назву «китайський ліхтарик» через свою схожість до традиційного китайського світильника.

4.6 Намалюйте структуру цього димеру, якщо відомо, що координаційне число купруму в ньому дорівнює 5, молекули води є лігандами, атоми Купруму не зв'язані між собою безпосередньо, а кожна карбоксильна група є «містком» між атомами металу.

Завдання 10.5. Фосфінові кислоти

Автор: Сергій Рябухін

Фосфінові кислоти, які мають загальну формулу RH_2PO_2 , можна розглядати як похідні певної неорганічної кислоти **A**, де один з атомів Гідрогену замінено на вуглеводневий замісник.

5.1 Наведіть брутто-формулу цієї неорганічної кислоти **A**, її назву, **вказіть** ступінь окиснення фосфору та його валентність.

5.2 Зобразіть графічну формулу кислоти **A**, а також її формулу Льюїса.

5.3 Яку геометричну будову має молекула **A**?

Потенціометрично було визначено, що pK_a деякої фосфінової кислоти **B** з формулою RH_2PO_2 (де R – вуглеводневий замісник) дорівнює $pK_a = 2,31$.

5.4 Чому було визначено лише одне значення константи дисоціації?

Наважку кислоти **B** масою 1,385 г розчинили у воді та довели об'єм розчину до 1000 мл. Для одержаного розчину виміряне значення $pH = 2,15$.

5.5 Визначте замісник R та наведіть назву кислоти **B**. При розрахунках враховуйте зміну концентрації протонованої форми кислоти **B** в результаті дисоціації.

До 100,0 мл 0,010 M розчину кислоти **B** додали 0,024 г NaOH (зміною об'єму розчину після додавання лугу знехтувати).

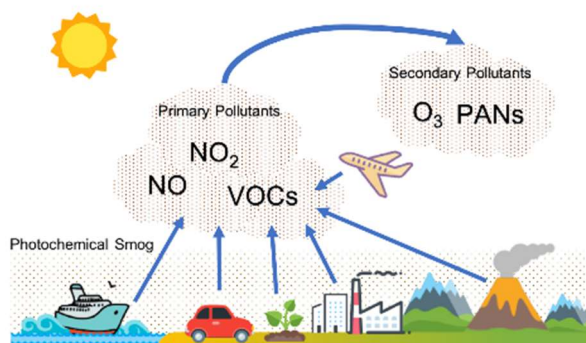
5.6 Визначте pH утвореного розчину.

5.7 Як зміниться pH, якщо одержаний розчин розбавити водою в 2 рази?

Завдання 10.6. «Погані» оксиди азоту забруднюють атмосферу...

Автор: Іван Кона

Фотохімічний смог — це форма смогу, що характеризує забруднення атмосфери, при якому оксиди нітрогену та леткі органічні сполуки взаємодіють внаслідок дії сонячного світла, що сприяє серії фотохімічних реакцій, які призводять до утворення озону та інших вторинних забруднювачів — **фотооксидантів**.



Стандартні значення ентальпії $\Delta_f H^\circ$ та ентропії S° утворення для деяких із «поганих» оксидів нітрогену та O_2 і O_3 наведено в таблиці.

	$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	S° , Дж/(К·моль)
$NO_{2(g)}$	33,18	240,1
$NO_{(g)}$	90,25	210,8
$O_{2(g)}$	-	205,1
$O_{3(g)}$	142,71	238,9

Під час розрахунків вважайте, що зміна ентальпії та ентропії реакцій не залежать від температури.

6.1. Зобразіть структури основних оксидів нітрогену (NO , NO_2 та N_2O_4), які є причиною утворення фотохімічного смогу, а також структуру озону O_3 .

6.2. Розрахуйте зміни ентальпії та вільної енергії Гіббса при $25^\circ C$ для утворення $NO_{2(g)}$ з $NO_{(g)}$ (реакція 1) та утворення O_3 з $NO_{2(g)}$ та O_2 (реакція 2).

Якщо Вам не вдалося розрахувати зміни вільної енергії Гіббса, вважайте їх рівними для 1-ї та 2-ї реакцій -40 кДж/моль та 180 кДж/моль відповідно.

6.3. Обчисліть константи рівноваги реакцій 1 та 2 при $25,0^\circ C$.

6.4. Енергія, необхідна для перебігу реакції 2 надходить від сонячного світла. За допомогою отриманих даних з пункту 1 **оцініть** необхідну довжину хвилі світла, що здатне підтримувати реакцію та **вказіть** область спектра, що містить цю довжину хвилі.

6.5. Обчисліть рівноважний тиск NO_2 в атмосфері, якщо концентрація NO дорівнює $3,2 \cdot 10^{-16} M$ при $298 K$. Подайте Вашу відповідь у **мільярдних частках ppb** ($1 \text{ ppb} = 1$ молю речовини в 10^9 молів суміші). Вміст кисню у повітрі вважайте сталим – 21% (за об'ємом), атмосферний тиск – 1 атм .

У цьому пункті враховуйте тільки перебіг реакцій 1 та 2.

Частина утвореного нітроген (IV) оксиду димеризується. Для дослідження рівноваги цієї реакції було проведено експеримент, в результаті якого було розраховано константи рівноваги при двох різних температурах: при $80^\circ C$ константа рівноваги дорівнює $0,100 \text{ бар}^{-1}$, а при $100^\circ C$ – $0,035 \text{ бар}^{-1}$.

6.6. Розрахуйте зміни ентальпії $\Delta_r H^\circ$, ентропії $\Delta_r S^\circ$ та вільної енергії $\Delta_r G^\circ$ при $298 K$ для реакції димеризації NO_2 .

6.7. Нижче наведені деякі факти стосовно впливу оксидів нітрогену на атмосферу. **Вкажіть**, чи дане твердження правильне/неправильне (позначте \times у відповідному полі).

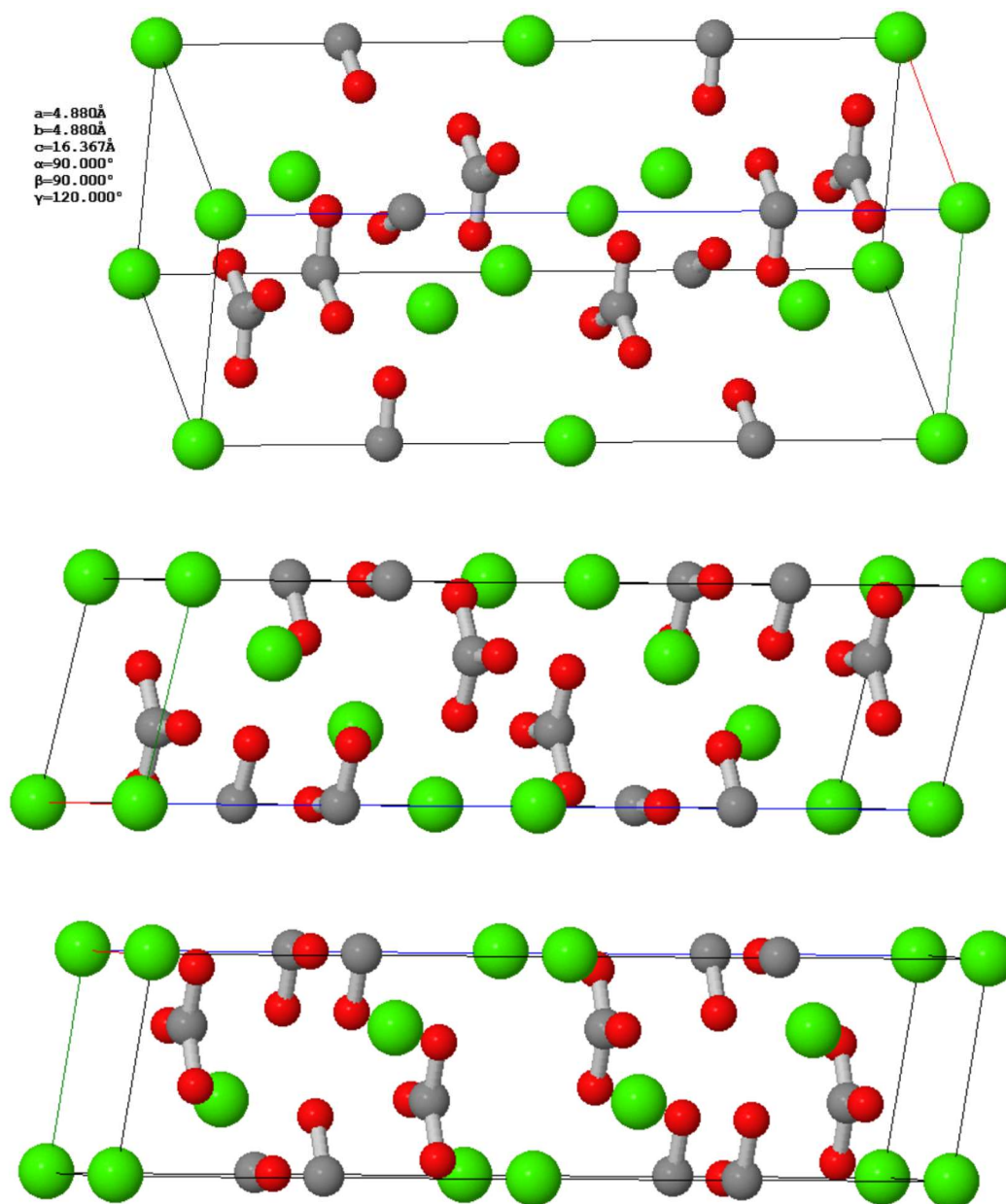
Твердження	Так	Ні
Рівновага у реакції утворення нітроген(IV) оксиду при дії озону на нітроген(II) оксид майже на 100 % зміщена в бік утворення продуктів, тому теоретично ця реакція може бути використана в якості методу визначення концентрації нітроген(II) оксиду в повітрі.		
Якщо атмосферна температура підвищиться до 43°C, то нова концентрація NO ₂ , що утворюється в результаті перетворення N ₂ O ₄ , може перевищити допустиму межу у 53 ppb.		
Відомо, що зміна енергії Гіббса для утворення NO ₂ з простих речовин дорівнює +51,84 кДж/моль. Тобто, більша частина утвореного NO ₂ буде розпадатися на O ₂ та N ₂ , отже вплив NO ₂ на екологію незначний.		
Взимку вміст димеру NO ₂ у повітрі більший, ніж улітку.		
Відомо, що в результаті фотолізу NO ₂ розпадається, а утворений атомарний Оксиген у реакції з молекулярним киснем утворює озон. Отже, більший викид оксидів нітрогену у повітря може допомогти відновити частину озонового шару		

Завдання 10.7. Група доломіту

Автор: Костянтин Гавриленко

I. Кутнагорит. Кутнагорит — рідкісний карбонатний (містить карбонат-аніон) мінерал групи доломітів, названий у 1901 році на честь місця його перших знахідок біля м. Кутна Гора в Чехії. В ідеальному випадку до складу мінералу входять два метали у співвідношенні 1:1. На рисунку зображено елементарну комірку кутнагориту та вказані її параметри:





7.1. **Визначте тип** та **розрахуйте** об'єм елементарної комірки кутнагориту (для довідки: площа рівностороннього трикутника $S = a^2 \frac{\sqrt{3}}{4}$).

7.2. **Визначте формулу** кутнагориту та розрахуйте, **скільки** його формульних одиниць входить до складу елементарної комірки (зеленим кольором позначено обидва метали, які в мінералі в хаотичному порядку займають зазначені позиції).

7.3. **Визначте метали**, які входять до складу кутнагориту, якщо його густина дорівнює $3,17 \text{ г/см}^3$, а різниця відносних атомних мас металів, які його складають, дорівнює 15 а.о.м. (Якщо ви не змогли визначити об'єм та склад елементарної комірки, використовуйте наступні значення: об'єм – $0,1125 \text{ нм}^3$, кількість формульних одиниць – 1).

II. Анкерит. Інший мінерал групи доломіту – Анкерит, зазвичай містить три метали у своєму складі. Розчинення зразку мінералу в хлоридній кислоті дало лише слабо зеленуватий розчин з яким було проведено низку якісних реакцій. Було визначено, що:



i) при додаванні до цього розчину червоної кров'яної солі відбувалося утворення осаду синього кольору.

ii) Додавання розчину натрій сульфату призводило до утворення безбарвного кристалічного осаду.

iii) Додавання надлишку вапняної води призводило до утворення осаду, який є сумішшю двох речовин. Причому ця суміш темнішала на повітрі.

iv) Додавання розчину натрій роданіду не змінювало колір цього розчину.

v) Якщо ж підкислений розчин прокип'ятити з гідроген пероксидом, то отриманий розчин при додаванні натрій роданіду набував криваво-червоного забарвлення.

7.4. Наявність якого металу можна припустити на підставі якісних реакцій iv) – v)? **Запишіть рівняння** відповідних реакцій в іонній формі та вкажіть кольори сполук, про які йдеться в тексті.

Для визначення кількісного складу зразок анкериту масою 1,920 г повністю розчинили в нітратній кислоті. До утвореного розчину додали надлишок NaHCO_3 . Суміш трьох речовин **А**, **Б** та **В** відфільтрували, промили водою та розчинили в хлоридній кислоті. Цей розчин нагріли до $70-80^\circ\text{C}$, та обережно нейтралізували розчином амоніаку до $\text{pH} = 5$. При цьому утворився бурий осад речовини **В**, який відфільтрували, висушили та прожарили до сталої маси при 500°C . Маса речовини **Г**, яка при цьому утворилася, складала 0,270 г. Безбарвний розчин після відділення речовини **В** підкислили хлоридною кислотою, змішали з розчином амоній оксалату, нагріли майже до кипіння та повільно нейтралізували розчином амоніаку за індикатором метиловим оранжевим. Після охолодження залишок моногідрату речовини **Д** відфільтрували та прожарили до сталої маси при 800°C . Залишок після прожарювання розчинили в мінімальній кількості сульфатної кислоти, випарили та висушили на полум'ї газового пальника до сталої маси. Маса речовини **Е**, яка при цьому утворилася, складала 1,360 г (вміст Оксигену 47,06% за масою). Розчин після відділення речовини **Д** випарили та прожарили при 650°C до сталої маси. При цьому утворилася бінарна речовина **Ж** масою 0,300 г. Її розчинили в хлоридній кислоті та довели об'єм розчину до 100 мл. На титрування аліквоти 10 мл цього розчину було витрачено 15,00 мл розчину «трилону Б» концентрацією 0,05М.

7.5. Визначте всі зашифровані речовини та метали, які входять до складу анкериту, якщо прожарювання речовини **Б** веде до утворення речовини **Ж**.



7.6. **Запишіть** рівняння, згадані в пп. і) – ііі) та в описі кількісного визначення складу анкериту.

7.7. **Розрахуйте** вміст кожного з металів в анкериті. Вважайте, що всі описані перетворення проходять кількісно.

10 клас. II тур

Завдання 10.1. Залізні ігри

Автор: Тетяна Друженко

Оксид феруму А масою 1,000 г розчинили у надлишку розведеної сульфатної кислоти і довели об'єм розчину до 100 мл. Одержаний розчин розділили на дві рівні частини по 50 мл – одну відтитрували 0,1 н. розчином калій перманганату, а до другої додали індикатор (зادля точного визначення точки еквівалентності), і відтитрували розчином Трилону Б з концентрацією 0,5 моль/л. Розчину калій перманганату на титрування витратили 21,6 мл, а Трилону Б – 13,0 мл.

1.1. **Яку молярну концентрацію** має 0,1 н. розчин KMnO_4 ?

1.2. **Запишіть рівняння** взаємодії FeSO_4 з KMnO_4 у розведеній сульфатній кислоті.

1.3. **Визначте** кількість речовини йонів Fe^{2+} в 1,000 г оксиду А.

1.4. Трилон Б, або ж динатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти, має структурну формулу, зображену в таблиці нижче. **В якому молярному співвідношенні** Трилон Б реагує з йонами Fe^{2+} та Fe^{3+} , якщо відомо, що в обох комплексах атом Феруму є гексакоординованим, тобто містить в своєму оточенні 6 інших атомів, що утворюють σ -зв'язки?

	Fe^{2+}	Fe^{3+}

1.5. **Визначте** загальну кількість речовини йонів Феруму в 1.000 г оксиду.

1.6. **Визначте** формулу оксиду А.

Ферум є одним з найважливіших мікроелементів, адже входить до складу гемоглобіну. Гемоглобін (Hb) – це білок крові, функція якого полягає у постачанні організму кисню і виведенні вуглекислого газу. Він міститься в еритроцитах – червоних кров'яних тільцях.

1.7. Відомо, що одна молекула гемоглобіну містить чотири атоми Феруму, тож зв'язує чотири молекули кисню. **Оцініть** молярну масу гемоглобіну, якщо 1,00 г цього білка здатен поглинути 1,38 мл (н. у.) кисню.

1.8. Для того, щоб стати донором крові, необхідно мати рівень гемоглобіну не нижче 125 г/л. Вважаючи, що об'єм крові людини становить 5 літрів, **розрахуйте** мінімальну масу феруму у крові потенційного донора. Масою феруму в інших білках, таких як феритин, знехтуйте.

1.9. Добова норма феруму у раціоні дорослої людини становить 18,0 мг. Використовуючи розрахунки з попереднього пункту задачі, **оцініть** час життя еритроцита.

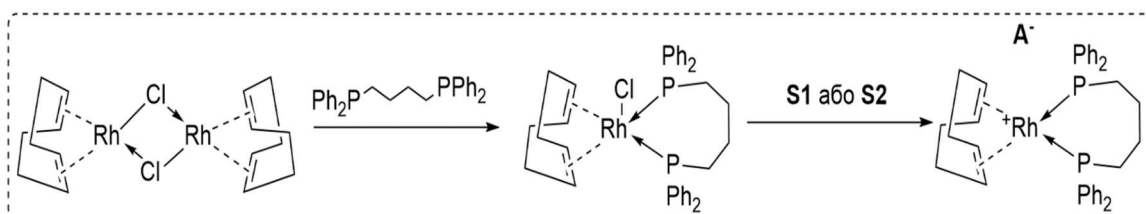
1.10. Об'єм крові, який донор може здати за раз без шкоди для здоров'я – 450 мл. Вміст феруму в морській капусті складає 16,0 міліграмів на 100 грамів продукту. **Оцініть** масу морської капусти, яку потрібно з'їсти для компенсації втрати феруму під час здачі крові. Вважайте, що ферум засвоюється повністю.

Завдання 10.2. Некоординаційна хімія

Автор: Микита Іваниця

До цього ми вже познайомились з перхлоратом натрію, одним з важливих застосувань якого є отримання інших перхлоратів - сполук з аніоном, який не координується до атому металу. Наприклад, одним з суттєвих покращень каталізатору Вілкінсона, який застосовується для гомогенного гідрування алкенів, є заміна хлориду на некоординуючий аніон. Проте у перхлорат аніону є недолік, який суттєво обмежує одержання і використання відповідних комплексів у значних кількостях.

В каталізі широко застосовуються комплекси родію з іншими некоординуючими аніонами **A1** та **A2**, які одержують за допомогою солей **S1** та **S2**. Обидві солі містять атоми елементу **X**, і для їх одержання застосовується двохатомна кислота **K**, розчини якої можна зберігати та використовувати тільки у тефлоновій тарі. Загальна схема отримання каталізатору Вілкінсона з такими аніонами зображена нижче:



При додаванні концентрованої хлоридної кислоти до природного мінералу бури, який має склад $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, утворюється слабка одноосновна кислота **В**. При додаванні **В** до 40%-го розчину кислоти **К** утворюється сильна кислота **С**. Нейтралізацією одержаного розчину за допомогою натрій гідроксиду одержують сіль **S1**. Так, зі 100 г бури можна одержати 115,16 г **S1**.

Продукт повного згоряння білого фосфору **D** розчиняється у концентрованій кислоті **К** з утворенням речовини **Е**. До цього розчину додають сполуку **F**, яку одержують взаємодією кислоти **К** з KOH , і з розчину випадають кристали солі **S2**. Вміст елементу **X** збільшується з 48,65% в **F** до 61,94% в **S2**.

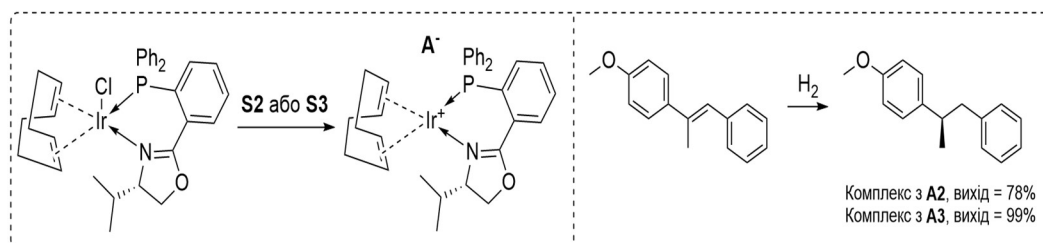
2.1. Виберіть (підкресліть або обведіть) один або декілька правильних варіантів. Який основний недолік зберігання і використання комплексів-перхлоратів?

- а) Використання аніонів перхлорату суттєво збільшує вартість комплексів.
- б) Використання аніонів перхлорату у каталізаторі Вілкінсона зменшує селективність відновлення.
- в) Такі комплекси є вибухонебезпечними, якщо присутні ліганди органічної природи.
- г) При тривалому зберігання аніон перхлорату може окиснювати родій.

2.2. Розшифруйте елемент **X**, солі **S1** та **S2**, а також сполуки **В-F** та **К**.

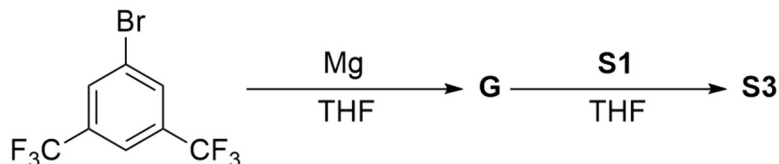
2.3. Для сполук **S1**, **S2**, **D** та **F** зобразіть їх будову, вкажіть геометрію їх молекул та гібридизацію некінцевих атомів.

2.4. Наведіть рівняння реакції, що пояснює, чому кислота **В** – одноосновна, а також **зобразіть будову** аніону кислоти **В**. Якщо ви не змогли визначити кислоту **В**, то наведіть рівняння і зобразіть будову аніону для H_3PO_2 .



Проте в деяких випадках навіть використання аніонів **A1** та **A2** недостатньо. Так, при використанні комплексу іридію в гідруванні органічних сполук було виявлено, що за допомогою каталізатору з аніоном **A2** неможливо досягти виходу цільової сполуки вище 78%. Це пояснюється утворенням занадто міцних йонних

пар аніону з інтермедіатами каталітичного циклу. Тому було одержано комплекс іридію з аніоном **A3**, з використанням якого вдалось отримати цільову речовину з майже кількісним виходом. Комплекс з аніоном **A3** було одержано за допомогою солі **S3**, яку синтезували за наступною схемою:



2.5. Наведіть структурні формули речовин **G** та **S3**, якщо вміст Mg в **G** = 7,66%, вміст **X** в **S3** - 51,46%, а **S3** має будову як **S1**, тільки на місці атомів **X** знаходяться арильні замісники.

Завдання 10.3. Знову про ізомери

Автор: Олександр Кудрик

При спалюванні 1,76 г деякої органічної сполуки **X** (містить С, Н та О) утворилася суміш газів об'ємом 3,584 л (н.у.). При пропусканні цієї суміші через вапняну воду утворився осад масою 8,0 г.

3.1. Встановіть брутто-формулу сполуки **X**. **Підтвердіть** розрахунком.

Відомо, що сполука **X** містить 4 атоми Карбону, не реагує з 2,4-динітрофенілгідразиним та розчином лугу, а розчин цієї сполуки має нейтральний рН. При взаємодії з натрієм або натрій гідридодом в інертному розчиннику спостерігається виділення газу. Зауважте, що описані далі в задачі ізомери **X₁**, **X₂**, **X₃**, **X₄** також відповідають цим умовам.

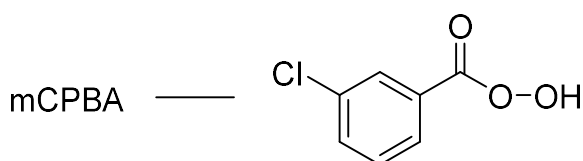
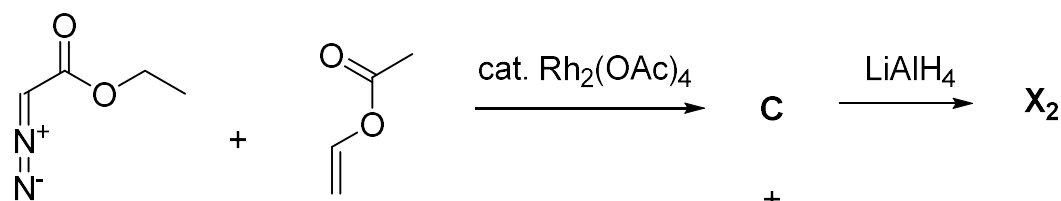
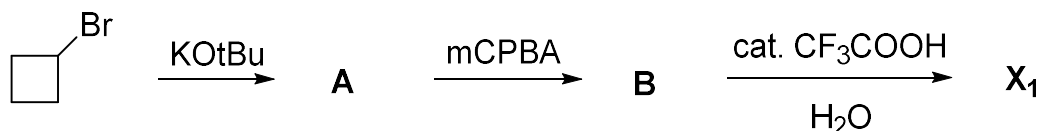
3.2. Оберіть (підкресліть або обведіть) правильний варіант. До якого класу органічних сполук належить **X**?

- a) Альдегіди
- b) Кетони
- c) Карбонові кислоти
- d) Спирти
- e) Естери
- f) Етери

3.3. Зобразіть всі можливі ізомери **X**, що відповідають описаним вище властивостям та мають у своїй будові карбоцикл (циклопропан або циклобутан), з врахуванням стереохімії.

Для речовин, що можуть існувати як різні діастереомери, зобразіть кожен із них. Для речовин, що існують у вигляді пари енантіомерів, зобразіть один із них і поставте біля сполуки знак *.

Нижче наведені схеми синтезу двох ізомерів **X**: **X₁** та **X₂**.

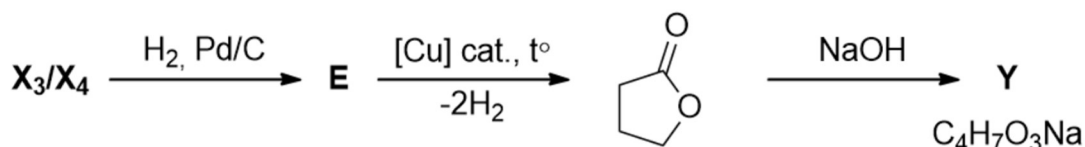


3.4. Зобразіть структури невідомих сполук із врахуванням стереохімії. Відомо, що сполука **C** – транс-ізомер; сполука **X₁** не має площини симетрії, але має вісь симетрії 2-го порядку.

3.5. Які твердження стосовно реакції утворення **X₁** вірні? **Оберіть** (підкресліть або обведіть) один або декілька правильних варіантів.

- Реакція відбувається стереоспецифічно.
- Реакція відбувається енантіоселективно.
- В результаті реакції утворюється суміш діастереомерів.
- В результаті реакції утворюється суміш енантіомерів.
- Реакція проходить за механізмом S_N1 .
- Реакція проходить за механізмом S_N2 .

Два інші ізомери **X₃** та **X₄** можуть бути перетворені на сполуку **Y**, що використовується для лікування нарколепсії, за наступною схемою:

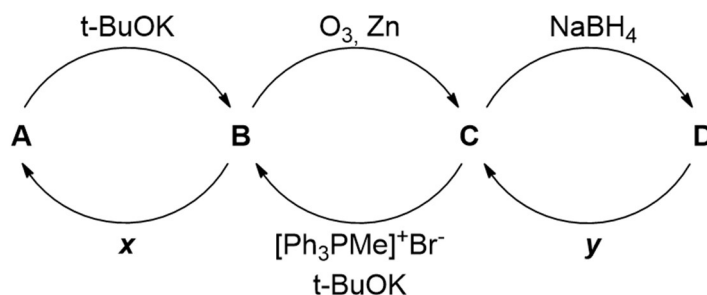


3.6. **Зобразіть структури** невідомих сполук. Усі зашифровані речовини є ациклічними.

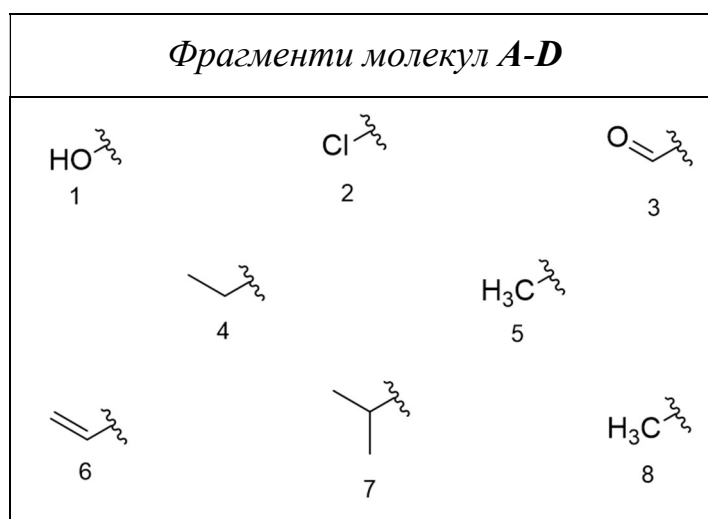
Завдання 10.4. Хімічний пазл

Автор: Микола Пашко

Нижче наведена схема перетворень речовин **A-D**.



Щоб визначити речовини **A-D** вам необхідно скласти фрагменти з наведених варіантів 1-8, врахувавши, що кожна сполука складається з двох фрагментів, і кожен фрагмент Ви можете використовувати лише один раз. Хвилясті лінії у фрагментах позначають розірвані зв'язки, які при складанні утворюють один зв'язок.

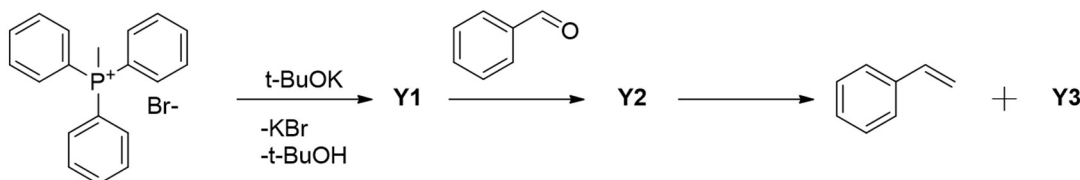


Приклад складання фрагментів наведено нижче:

У мас спектрі з хімічною йонізацією (детектуються частинки $M+1$) речовини **J** детектуються молекулярні йони з молярними масами 153 та 155 г/моль з інтенсивностями 100% і 33% (співвідношення приблизно 3 до 1), що пояснюється наявністю в молекулі одного атому Хлору, оскільки у хлору існує два природніх ізотопи з нуклонними числами 35 та 37 і відсотковим вмістом 75% і 25%.

4.4. Які молекулярні йони будуть детектуватися у мас спектрі з хімічною йонізацією для бромобензену (C_6H_5Br) та бромохлоробензену (C_6H_4BrCl) **і якими будуть їх інтенсивності?** У бромі існує два природніх ізотопи з нуклонними числами 79 і 81 та відсотковим вмістом по 50% кожного ізотопу.

У наведених в задачі схемах декілька разів зустрічалась реакція Віттіга, яка є поширеним методом отримання алкенів з альдегідів або кетонів. Нижче наведений механізм реакції Віттіга для бензальдегіду.



Спочатку з фосфонієвої солі під дією основи генерується ілід фосфору **Y1**, він взаємодіє з карбонільною групою, утворюючи циклічний чотиричленний інтермедіат **Y2** ($M = 382$ г/моль), котрий елімінує з утворенням алкену та **Y3**.

4.5. Визначте зашифровані сполуки **Y1-Y3** у наведеному механізмі реакції Віттіга.

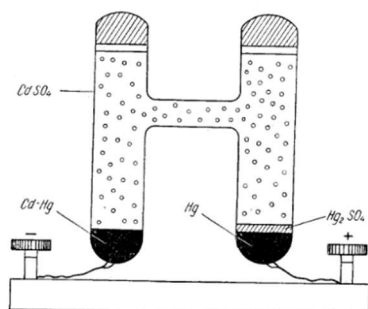
Завдання 10.5. Елемент Вестона

Автор: Михайло Пашко

При вирішенні цієї задачі використовуйте відносні атомні маси хімічних елементів з точністю до цілого значення.

Нормальний елемент Вестона (ртутно-кадмієвий елемент) - гальванічний елемент, ЕРС якого дуже стабільна в часі і відтворюється від екземпляра до екземпляра. Застосовується як джерела стабільної напруги або еталону напруги в метрології.

Сам елемент Вестона має таку будову. Позитивний електрод – ртуть, що контактує з пастою з кристалів меркурій(I) сульфату Hg_2SO_4 . Негативний електрод – амальгама кадмію. У якості електроліта використовують водний розчин кадмій сульфату CdSO_4 .



5.1. Запишіть загальний вигляд (схему) даного гальванічного елементу та **реакцій** які відбуваються на електродах.

5.2. Розрахуйте його стандартну ЕРС, якщо відомі наступні стандартні електродні потенціали:

$$E_{\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}}^0 = 0.788 \text{ V}$$

$$E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = -0.402 \text{ V}$$

А добуток розчинності для $\text{Hg}_2\text{SO}_4 = 1.41 \cdot 10^{-6}$.

5.3. Для запобігання реакції гідролізу солей меркурію в електроліт додають розчин сульфатної кислоти. **Як зміниться** ЕРС, якщо у якості електроліту використати розчин з концентрацією CdSO_4 0,5 М та H_2SO_4 з концентрацією 0,1 М?

(для довідки: рівняння Нернста: $E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{(\text{Ox}_i)^{v_i}}{(\text{Red}_i)^{v_i}}$)

5.4. Відомо що для елементу Вестона ЕРС при 60°C (електроліт - 1М CdSO_4) дорівнює 1,271 V. **Розрахуйте** стандартну ентальпію ΔH_r^0 та стандартну ентропію ΔS_r^0 для реакції, яка відбувається в гальванічному елементі. Вважайте, що ентальпія реакції не змінюється у даному інтервалі температур.

5.5. Для покращення стабільності напруги елементу Вестона у якості електроліту використовують насичений розчин кадмій сульфату CdSO_4 з додаванням твердого CdSO_4 . Такі елементи називають насиченими. Поясніть, чим зумовлена більша стабільність напруги такого елементу. **Оберіть** (підкресліть або обведіть) один або декілька правильних варіантів.

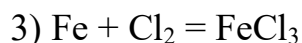
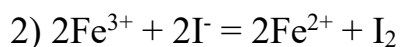
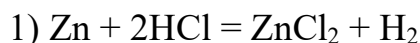
а) Додаванням твердого CdSO_4 збільшує електропровідність елементу Вестона.

б) Додавання твердого CdSO_4 зменшує опір елементу Вестона.

в) За таких умов підтримується постійна концентрація кадмію в розчині.

г) За таких умов потенціал $E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0$ не залежить від концентрації кадмію.

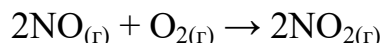
5.6. Запропонуйте гальванічні елементи у яких будуть відбуватись наступні реакції:



Завдання 10.6. Й знову ці оксиди нітрогену...

Автор: Іван Кона

Оксиди нітрогену – одні з основних забруднювачів навколишнього повітря. Нітроген(II) оксид в атмосфері утворюється зазвичай під час гроз та у двигунах внутрішнього згорання, після чого майже одразу окиснюється на повітрі та перетворюється на нітроген(IV) оксид:



Щоб вивчити кінетику цієї реакції при 25 °С, були виміряні початкові швидкості утворення NO₂ з використанням різних початкових парціальних тисків NO та O₂. Усі отримані дані представлені у вигляді таблиці.

№	Початковий тиск, кПа		Початкова швидкість утворення NO ₂ , кПа·с ⁻¹
	p(NO)	p(O ₂)	
1	30	15	15,1
2	15	15	3,8
3	15	45	11,6

6.1. Визначте порядки реакції для обох реагентів і **запишіть** кінетичне рівняння.

6.2. Розрахуйте константу швидкості. Відповідь наведіть у кПа та у моль/л.

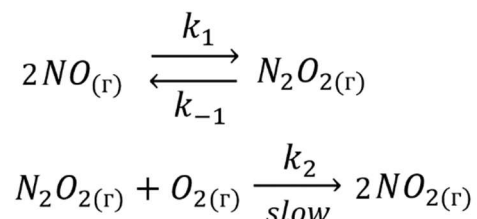
6.3. Розрахуйте початкову швидкість (у кПа·с⁻¹) витрати NO за наведеним вище рівнянням при початковому тиску NO 27 кПа, початковому тиску O₂ 14 кПа та температурі 25 °С.

6.4. Розрахуйте час, коли парціальний тиск O_2 зменшиться до 1,2 кПа при початковому тиску NO 100 кПа, початковому тиску O_2 2 кПа та температурі 25 °С.

Відомо, що енергія активації окиснення NO до NO_2 становить 45 кДж/моль.

6.5. Розрахуйте значення передекспоненціального **коефіцієнта А** у рівнянні Ареніуса та **константу швидкості** при 45 °С.

Для даної реакції було запропоновано можливий механізм:



Використовуючи квазістаціонарне наближення можна вивести кінетичне рівняння для швидкості утворення NO_2 :

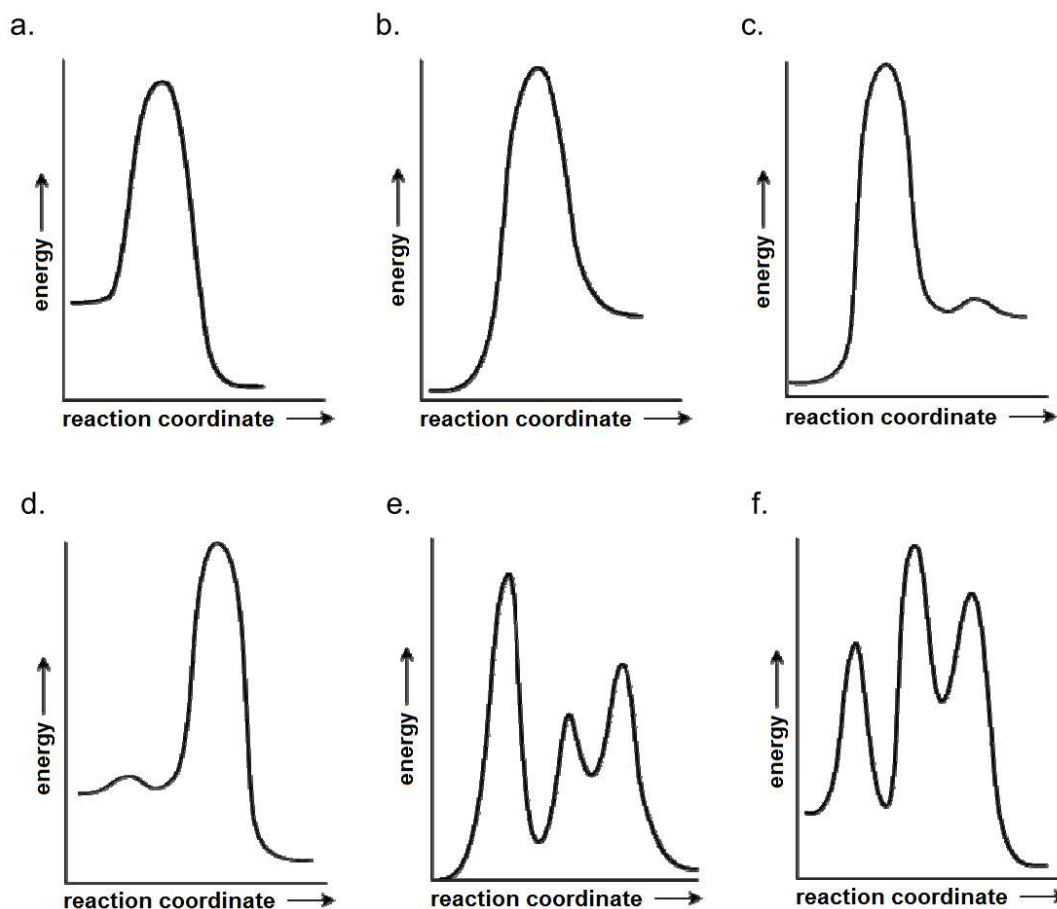
$$\frac{\Delta p_{NO_2}}{\Delta t} = \frac{k_1 k_2 p_{NO}^2 p_{O_2}}{k_2 p_{O_2} + k_{-1}}$$

6.6. За яких умов кінетичне рівняння узгоджується з експериментом? **Оберіть** (підкресліть або обведіть) один правильний варіант.

- а) При малих тисках NO .
- б) При високих тисках NO .
- в) При малих тисках O_2 .
- г) При високих тисках O_2 .

6.7. Виразіть експериментальну константу швидкості реакції k_{obs} через константи елементарних стадій (k_1 , k_{-1} , k_2) за умов, вибраних у *пункті б*.

6.8. Виберіть енергетичну діаграму для даної реакції, яка узгоджується з запропонованим механізмом та експериментальними даними.



Завдання 10.7. Фосфати

Автор: Сергій Алексєєв

10,00 г NaOH розчинили у воді, додали 10,29 мл 85% розчину H_3PO_4 (густина $1,68 \text{ г/см}^3$). Об'єм отриманого розчину довели водою до 100 мл, отримавши розчин 1. Після упарювання цього розчину утворилася суміш сухих солей А та В, а після прожарювання цієї суміші – сіль Х, що складається з атомів 3-х хімічних елементів.

7.1. **Встановіть** формули А та В (якщо $M_r(\text{A})$ менша за $M_r(\text{B})$) та розрахуйте маси солей після упарювання розчину 1.

7.2. **Розрахуйте** рН 0,2 М розчину H_3PO_4 (константи дисоціації H_3PO_4 : $K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_3 = 5,0 \cdot 10^{-13}$. $pK_1 = 2,15$; $pK_2 = 7,21$; $pK_3 = 12,3$).

7.3. **Розрахуйте** рН 0,1 М розчину солі А

7.4. **Розрахуйте** рН розчину 1

7.5. **Встановіть** формулу солі Х та **зобразіть** структуру її аніону.



Аніон солі **X** утворює міцні комплекси з іонами Mg^{2+} та Ca^{2+} , тому ця сіль використовується для запобігання утворення накипу (суміш $CaCO_3$ та $MgCO_3$) в системах опалення, як компонент пральних порошоків та при виготовленні плавлених сирків.

7.6. **Напишіть** рівняння реакції між сіллю **X** та компонентами накипу.

7.7. **Наведіть** рівняння реакцій, які пояснюють, чому при нагріванні водопровідної води утворюється накип.

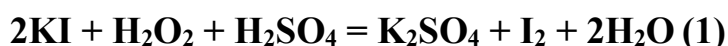
10 клас (експеримент)

Вивчення кінетики взаємодії Гідроген пероксиду з Калій йодидом у кислому середовищі

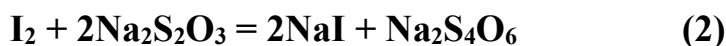
Автор: Олександр Ляпунов

Ми не можемо побачити, як взаємодіють молекули. Проте, ми можемо бачити, як відбувається реакція. Дослідивши взаємозв'язок змін, що спостерігаються, та часу, ми можемо зробити висновки щодо швидкості та механізму досліджуваної реакції.

Взаємодія гідроген пероксиду з калій йодидом у кислому середовищі перебігає відносно повільно та відбувається згідно з рівнянням:



При цьому поточна концентрація гідроген пероксиду поступово зменшується, а кількість йоду, що виділився – збільшується. Якщо до реакційної суміші додати певну кількість натрій тіосульфату, спостерігається також друга реакція:



Швидкість реакції **2** значно більша за **1**. Як тільки весь наявний у розчині натрій тіосульфат перетвориться на тетраціанат $Na_2S_4O_6$, нові порції йоду, що утворюються, спричинять забарвлення розчину в синій колір за рахунок утворення забарвлених комплексних сполук йоду з крохмалем. Якщо кількість введенного натрій тіосульфату відома, можна розрахувати кількість виділеного йоду на момент появи забарвлення, а отже і кількість гідроген пероксиду, що прореагував. Якщо відняти цю кількість гідроген пероксиду від початкової концентрації, знайдемо його концентрацію в даний момент.

Реактиви

Назва	Стан	Концентрація	Кількість	Маркування	Місце знаходження
Гідроген пероксид	Водний розчин	3%	100 мл	H ₂ O ₂	2
Сульфатна кислота	Водний розчин	3М	50 мл	H ₂ SO ₄	1
Калій йодид	Водний розчин	0,5М	50 г	KI	1
Натрій тіосульфат	Водний розчин	0,05М	100 мл	Na ₂ S ₂ O ₃	1
Крохмаль	Водний розчин	1%	8 мл	Крохмаль	1

1 – на робочому місці

2 – у місці загального користування

Перелік обладнання та посуду на робочому місці

1. Бюретка на 25 мл, закріплена у штативі – 1 од.
2. Лійка пластикова – 1 од.
3. Колба конічна на 250 мл– 1 од.
4. Колба мірна на 100 мл – 1 од.
5. Мірний циліндр на 100 мл – 1 од.
6. Піпетка градуйована на 10 мл – 1 од.
7. Піпетка градуйована на 5 мл – 1 од.
8. Піпетка Мора на 10 мл – 1 од.
9. Піпетка Пастера пластикова для індикатора – 1 од.
10. Стакан на 25 мл – 1 од.
11. Груша – 1 од.
12. Промивалка з дистильованою водою – 1 од.
13. Розчин KI 0,5М
14. Розчин Na₂S₂O₃ 0.05М
15. Розчин H₂SO₄ 3М
16. Розчин крохмалю

Перелік обладнання загального користування

3. Термометр цифровий – 1 шт.
4. Розчин гідроген пероксиду 3% – 4 од.

Хід роботи

1. Розрахуйте об'єм 3%-го розчину гідроген пероксиду, необхідного для приготування 100 мл 0,05 М розчину (густина 1 г/мл). Запишіть значення та одразу зверніться до спостерігача для визначення коректності розрахунку.

$V(\text{H}_2\text{O}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мл}$	Коректно	Помилковий розрахунок, видано готовий розчин
-----------------------------------------------------------------	----------	----------------------------------------------

2. Приготуйте **100 мл 0,05 М** розчину гідроген пероксиду: За допомогою градуйованої піпетки на 10 мл відберіть розраховану кількість 3% розчину, перенесіть у мірну колбу на 100 мл та доведіть до мітки дистильованою водою. Закрийте корком та ретельно перемішайте.

3. Наповніть бюретку 0,05 М розчином натрій тіосульфату за допомогою воронки. Носик бюретки не має містити повітря. Доведіть рівень робочого розчину до відмітки «0» за нижнім меніском.

4. Приготуйте реакційну суміш: в конічну колбу на 250 мл налейте **75 мл води** (за допомогою циліндра на 100 мл), **10 мл 0,5М розчину KI** (піпеткою Мора на 10,0 мл), **5 мл 3М розчину сульфатної кислоти** (градуйованою піпеткою на 5 мл), додайте з бюретки **1,0 мл розчину натрій тіосульфату** і **декілька крапель розчину крохмалю**.

5. Визначте та запишіть температуру, за якої буде виконуватись дослідження.

6. Промийте піпетку Мора на 10,0 мл водою та двічі розчином Гідроген пероксиду. Відміряйте **10 мл 0,05 М розчину гідроген пероксиду** та перенесіть його у стаканчик на 25 мл. Швидко при перемішуванні вилийте відміряний розчин Гідроген пероксиду у приготовану суміш. Одночасно увімкніть секундомір (**кнопка 1**). Упродовж усього досліду секундомір **не зупиняйте**.

7. **У момент появи синього забарвлення** натисніть **кнопку 2** і запишіть час (хв:с), що минув від початку реакції (*дивись інструкцію*). Одразу після цього швидко додайте в суміш нову порцію (**1,0 мл**) **натрій тіосульфату**, перемішайте суміш і ще раз натисніть **кнопку 2**. Якщо випадково об'єм тіосульфату відрізняється від 1 мл, запишіть у таблицю актуальне значення.

8. Повторіть пункт 7 ще **9 разів**.

9. Розрахуйте кількість йоду (**в молях**), що виділяється на всіх стадіях реакції між появою забарвлення розчину, та кількість гідроген пероксиду, що залишається в розчині на цих стадіях. Враховуючи збільшення об'єму суміші внаслідок добавок розчину натрій тіосульфату, **визначте молярну концентрацію гідроген пероксиду на початку кожної стадії реакції, а також її десятковий логарифм**. Запишіть ці дані в **таблицю**.

10. Перерахуйте час у секунди (хв:с→с) та запишіть у відповідний стовпчик.

11. За одержаними даними побудуйте графік, відкладаючи на **осі абсцис час (секунди)**, а на **осі ординат $\lg[\text{H}_2\text{O}_2]$** . Якщо через одержані експериментальні точки



LVIII Всеукраїнська олімпіада з хімії



можна провести пряму, то це є доказом того, що порядок реакції відносно гідроген пероксиду дорівнює одиниці.

12. Знайдіть тангенс кута нахилу прямої до осі часу.

13. Обчисліть константу швидкості реакції за рівнянням $k = -\text{tga}$. Зазначте температуру, за якої якій виконувалося дослідження.

Значення константи швидкості у форматі X.XX·10^{XX}	
-----------------------------------------------------------------------	--

Температура _____ °C.

Примітка:

Сумарний об'єм суміші визначається як сума об'єму вихідного розчину та об'єму розчину що додали з бюретки;

Об'єм розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ визначається за даними бюретки;

Кількість молів введеного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ визначають як добуток об'єму доданого розчину на його концентрацію (моль/л);

Кількість молів утвореного йоду розраховують за рівнянням хімічної реакції з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів;

Кількість молів H_2O_2 , що залишився в розчині, визначають як різницю між вихідною його кількістю, та кількістю що витрачена на проходження реакції;

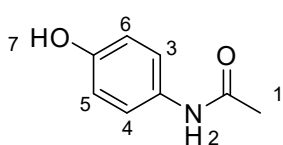
Молярна концентрація H_2O_2 визначається як відношення кількості молів речовини до сумарного об'єму реакційної суміші.

11 клас. I тур

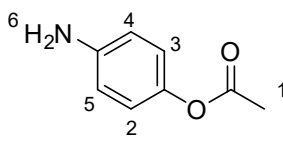
Завдання 11.1. Парацетамол

Автор: Григоренко Олександр

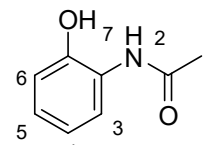
Одним із найбільш поширених жарознижувальних та знеболюючих засобів є Парацетамол, який було вперше синтезовано ще у 1878 році. Нижче наведено його структурну формулу, а також формули його ізомерів *A–D*. Кожен із ^1H ЯМР спектрів № 1–5 відповідає одній з перелічених сполук.



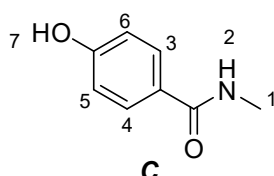
Парацетамол



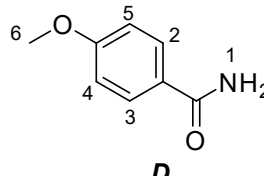
A



B



C



D

1.1. Встановіть, який із спектрів № 1–5 відповідає парацетамолу, а які – його ізомерам *A–D*.

1.2. Використовуючи нумерацію груп атомів Гідрогену, наведену в умові задачі, **співвіднесіть** сигнали в ^1H ЯМР спектрах № 1–5.

Спектр № 1.

Хімічний зсув сигналу, м.ч.	8.06	7.88	7.68	6.85	2.93
Номер груп(и) атомів					

Спектр № 2.

Хімічний зсув сигналу, м.ч.	9.72	8.17	7.34	6.67	2.05
Номер груп(и) атомів					

Спектр № 3.

Хімічний зсув сигналу, м.ч.	6.76	6.64	5.10	2.26
Номер груп(и) атомів				



Спектр № 4.

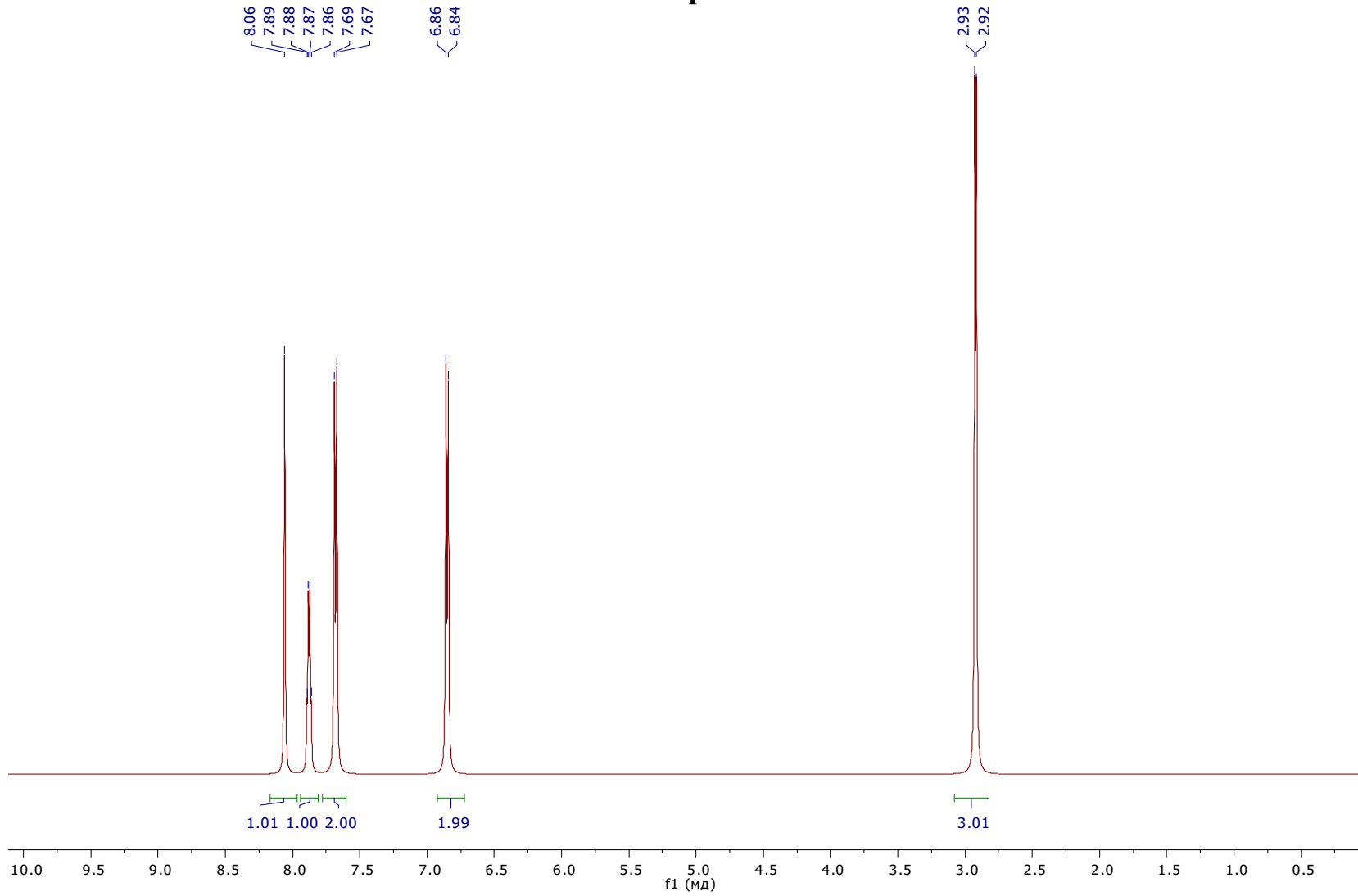
Хімічний зсув сигналу, м.ч.	7.83	7.08 та 7.02	6.96	3.84
Номер груп(и) атомів				

Спектр № 5.

Хімічний зсув сигналу, м.ч.	9.17	7.58	7.34	7.08	7.00	6.76	2.16
Номер груп(и) атомів							

1.3. **Чому** два різні сигнали у спектрі № 4 (при 7.08 та 7.02 м. ч.) відповідають групі протонів, яка в умові задачі позначена однією цифрою?

Спектр № 1.

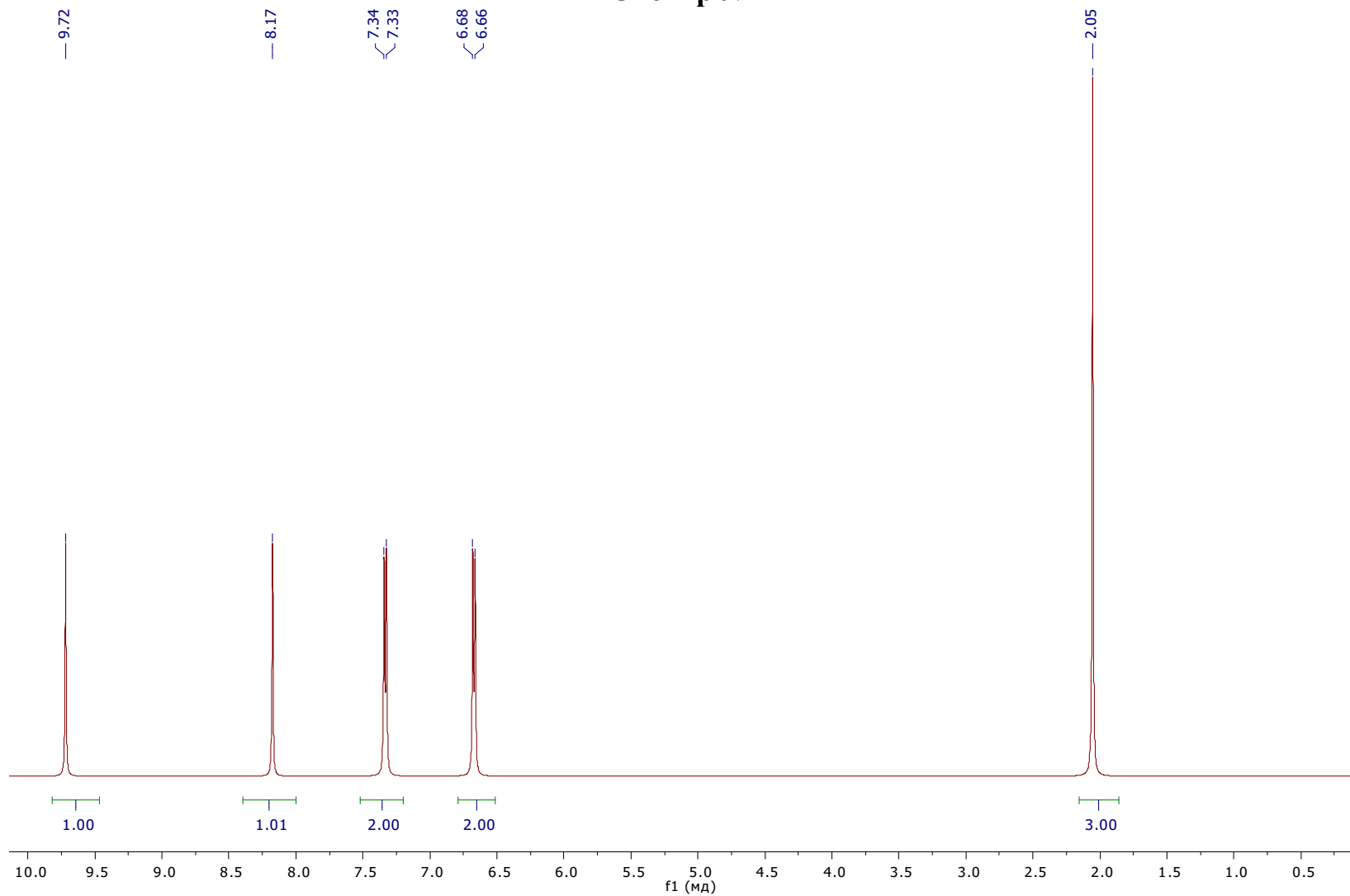




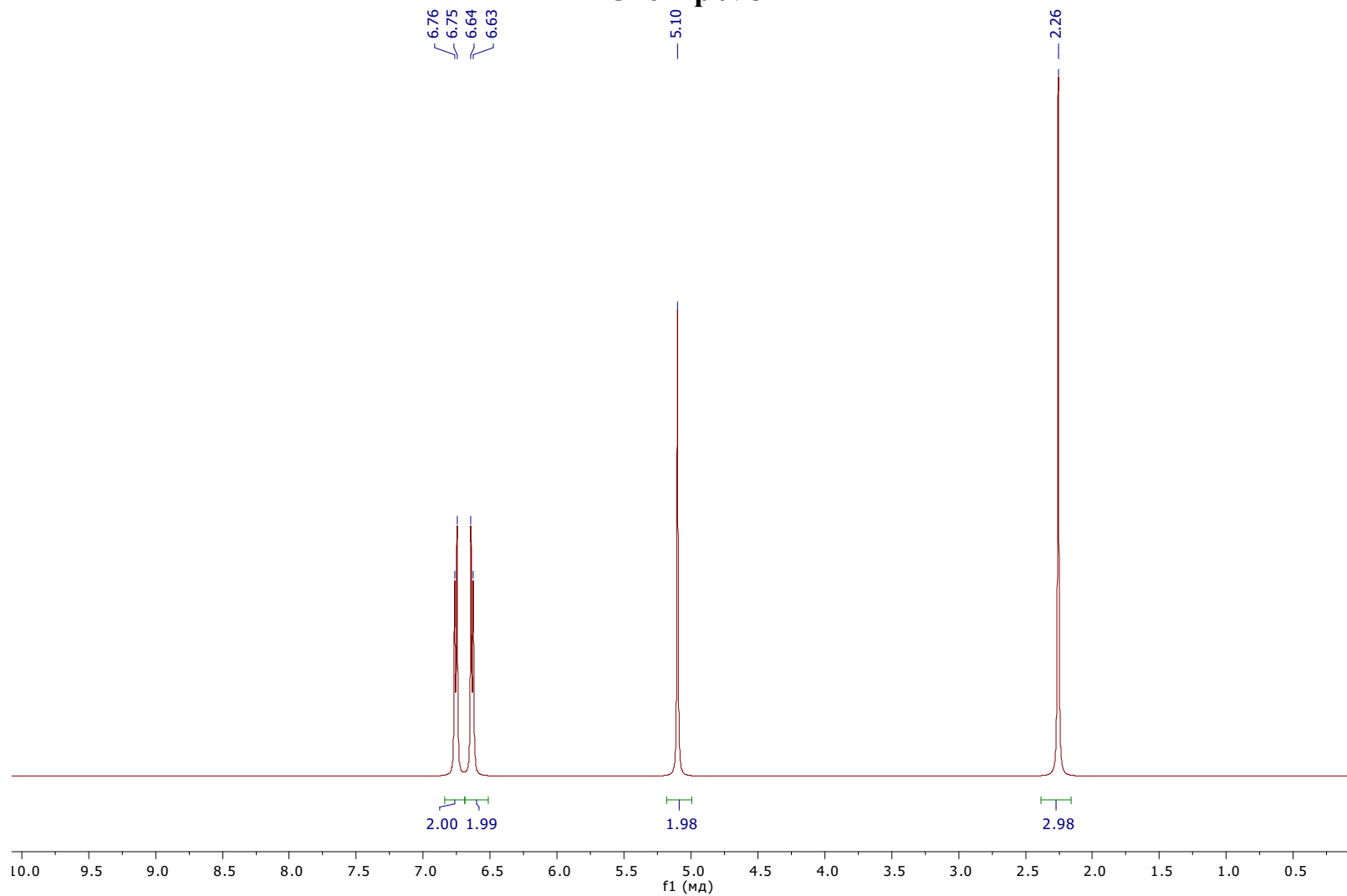
LVIII Всеукраїнська олімпіада з хімії



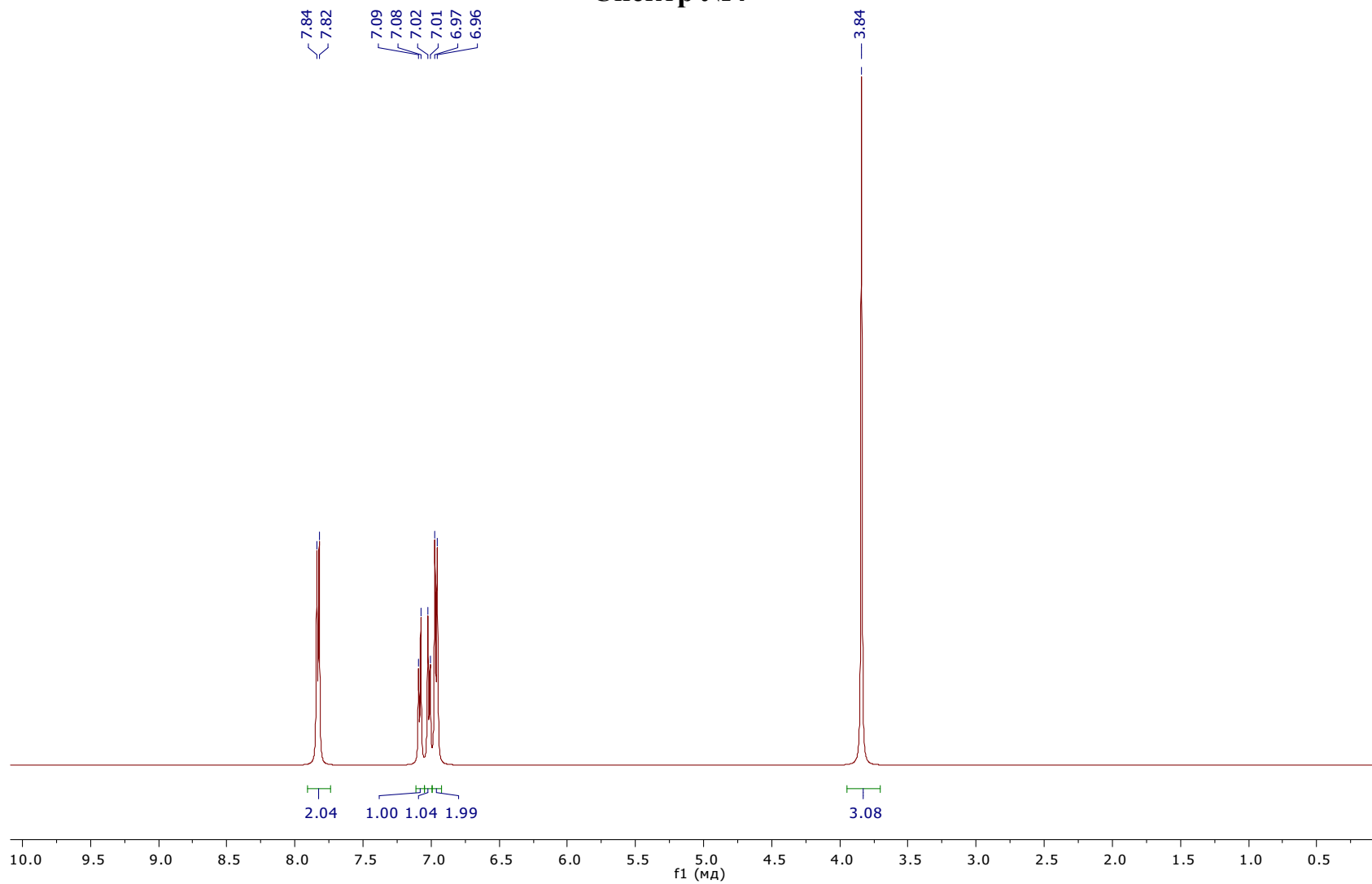
Спектр №2



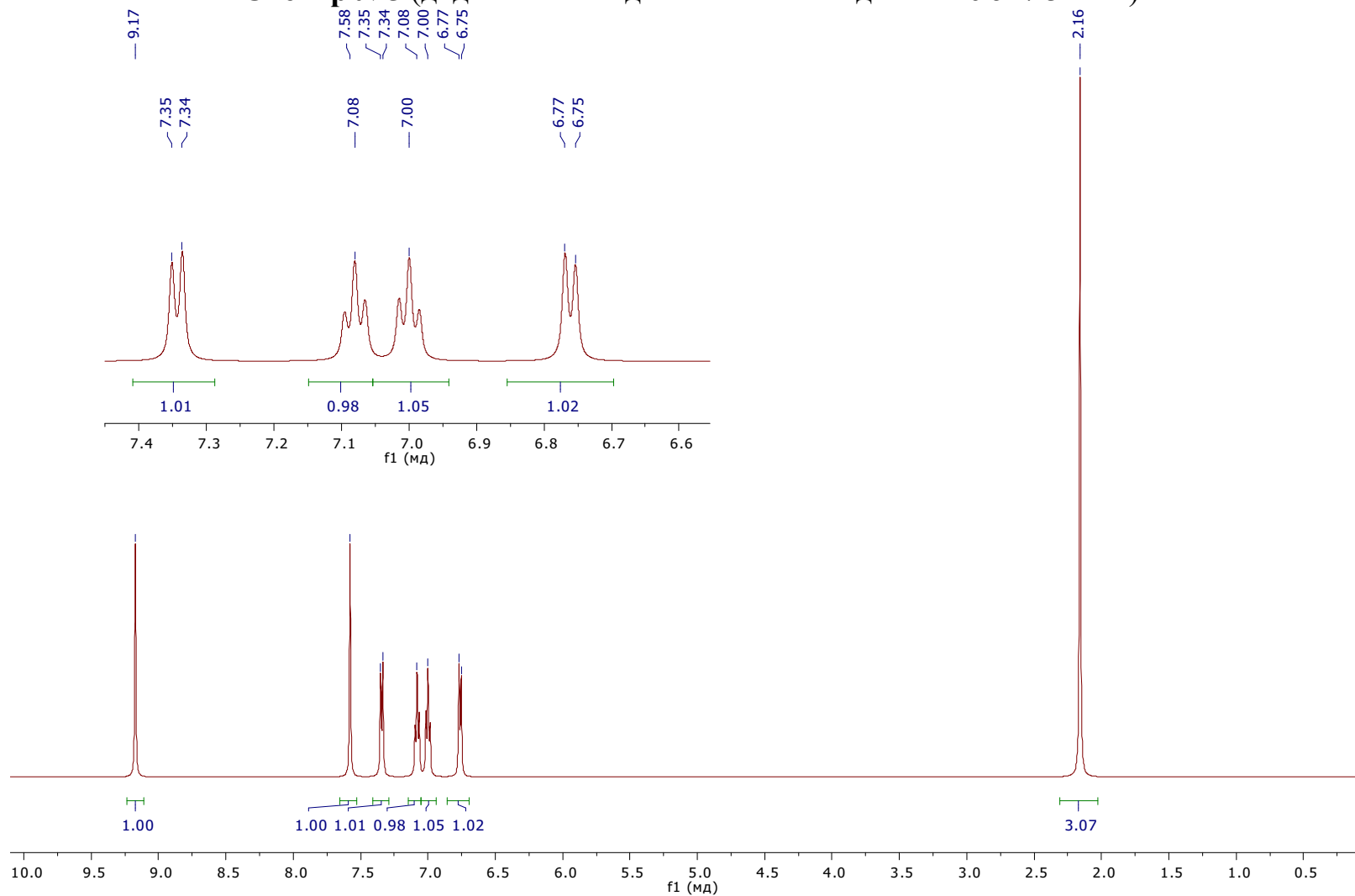
Спектр №3



Спектр №4



Спектр №5 (додатково наведено збільшення ділянки 6.5–7.3 м. ч.)





Завдання 11.2. АХ

Автор: Алексєєв Сергій

Аліквоту природної води об'ємом 100 мл відібрали в конічну колбу, додали 5 мл амоніачного буферу (водний розчин NH_3 та NH_4Cl) з $\text{pH} = 10$ та індикатор еріохром чорний Т. Пробу відтитрували 0,025М розчином Трилону Б до переходу червоно-фіолетового забарвлення у блакитне; його витратилося 22,0 мл.

2.1. Зобразіть структурну формулу Трилону Б та його комплексу з магнієм. Розрахуйте загальну жорсткість (сумарну концентрацію катіонів, що утворюють комплекс з Трилоном Б) проби води (у ммоль/л).

До аналогічної аліквоти води додали 1 мл хлоридної кислоти та прокип'ятили. Після цього додали розчин NaOH до $\text{pH} = 12.5$, індикатор мурексид та відтитрували 0,025М розчином Трилону Б до переходу малинового забарвлення у фіолетове. На цей раз витратилося 7,0 мл розчину. Вважайте, що жорсткість досліджуваної проби води зумовлена наявністю в ній тільки йонів Mg^{2+} та Ca^{2+} , а вмістом інших катіонів, що утворюють комплекс з Трилоном Б, можна знехтувати. Встановіть:

2.2. З яким катіоном реагує Трилон Б за вищевказаних умов? Чому «не титрується» інший катіон?

2.3. Розрахуйте вміст Mg^{2+} та Ca^{2+} (у мг/л)

2.4. З якою метою проводили стадію аналізу, позначену курсивом?

До аналогічної аліквоти води додали хлоридну кислоту та розчин барій хлориду, розчин прокип'ятили, осад відділили та промили. До осаду додали розчин амоніаку та 10 мл 0,025М розчину Трилону Б, прокип'ятили, додали 5 мл амоніачного буферу з $\text{pH} = 10$ та відтитрували розчином магній сульфату з концентрацією 0,01 моль/л, якого витратилося 14 мл.

2.5. Який компонент визначали?

2.6. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються.

2.7. Розрахуйте вміст компоненту, який визначали (у мг/л).

3.3. **Вкажіть** які саме ізомери утворюються, **зобразіть** механізм реакції та **поясніть** спостережувану селективність нітрування.

Саме з одного згаданого ізомеру нітрофенолу в промисловості отримують відомий лікарський препарат парацетамол (хімічна назва - N-ацетил-п-амінофенол, торгові назви - Парацетамол, Ацетамінофен, Тайленол, Панадол).

3.4. Запропонуйте метод отримання парацетамолу з нітрофенолу і **зобразіть** **схему синтезу**.

3.5. **Вкажіть** за допомогою стрілки найбільш імовірне положення нітрування в ароматичному циклі для кожної з наступних сполук та **поясніть** свій вибір:

В якості іншого типу ароматичного заміщення можна навести приклад отримання наступного етеру:

3.6. **Чому відбувається заміщення** атому флуору, а не нітро-групи? **Як зміниться** профіль реакційної здатності арену, якщо замінити атом флуору на атом хлору? **Наведіть пояснення**, спираючись на механізм перетворення.

3.7. **Наведіть** структури продуктів наступних реакцій заміщення:

Завдання 11.4. Стародавня блакить

Автор: Друженко Тетяна

Єгиптологиня Клію, зацікавившись хімічним складом синьої фарби **A** на розписах давньоєгипетських храмів, встановила, що барвник **A** містить 10,66% Кальцію та 16,90% Купруму. Клію зробила припущення про ймовірний склад барвника, і, аби їх перевірити, провела альтернативний синтез сполуки **A**. У результаті спікання 11,06 г подрібненого мінералу **B**, 10,01 г кальцій карбонату та 24,03 г кварцевого піску було одержано 37,60 г барвника **A**.

4.1. **Розшифруйте сполуки A і B**, якщо відомо, що речовина **B** містить 57,48% Купруму, утворюється при тривалому зберіганні мідних виробів на вологому повітрі, а при нагріванні виділяє вуглекислий газ і воду.

4.2. **Напишіть рівняння реакції** синтезу барвника **A**.

Китайська мистецтвознавиця Тянь, ім'я якої у перекладі з китайської означає «небо», розповіла Клію, що з часів династії Чжоу китайці виготовляли синю барву схожим способом, але замість кальцій карбонату використовували барій карбонат. Темно-синій барвник **C** ($w(\text{Ba}) = 29,02\%$) можна одержати

спіканням 11,06 г подрібненого мінералу **B**, 19,73 г барій карбонату та 24,03 г кварцевого піску. Якщо змішати такі ж кількості **B** та барій карбонату, але взяти удвічі менше піску, можна отримати фіолетовий барвник **D** ($w(\text{Ba}) = 38,90\%$).

4.3. Встановіть брутто-формули сполук **C** та **D**.

4.4. Напишіть рівняння реакцій синтезу речовин **C** і **D**.

Сполуки барію широко застосовують для одержання деяких кислот і оксидів, а також... озону. Для цього їх обробляють сульфатною кислотою. Реакція відбувається легко і до кінця, адже барій сульфат є...

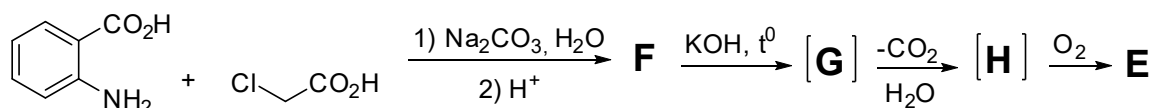
4.5. Вкажіть слово, якого бракує в останньому реченні.

4.6. Допишіть наступні рівняння реакцій та розставте коефіцієнти в них.

Завдання 11.5. Стародавня блакить 2

Автор: Друженко Тетяна

Мексиканський археолог Родріго розповів колегам з Єгипту і Китаю, що ацтеки також знали блакитні фарби, а саме барвник **E**, який екстрагували з листя індигофери. За даними елементного аналізу, сполука **E** містить 73,27% Карбону, 3,84% Гідрогену, 10,68% Нітрогену, решта – Оксиген. Одним зі способів одержання **E** є кип'ятіння *o*-амінобензойної та хлороцтової кислоти у водному розчині натрій карбонату. При підкисленні розчину утворюється двохосновна кислота **F**, яка не містить хлору. При спіканні з лугом **F** вступає у внутрішньомолекулярну конденсацію, продуктом якої є калієва сіль кетокислоти **G**, яка за умов реакції декарбоксілюється, утворюючи нестабільний амінокетон **H**. У присутності кисню **H** димеризується з утворенням цільового барвника **E**.



5.1. За даними елементного аналізу визначте брутто-формулу сполуки **E**.

5.2. Зобразіть структурні формули сполук **F**, **G**, **H**, **E**.

5.3. Світло якого кольору поглинає барвник **E**?

Максимум поглинання барвника **E** становить 613 нм.

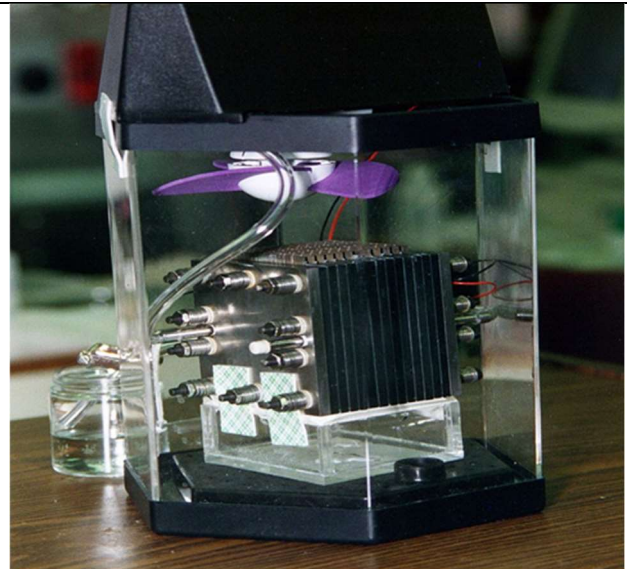
5.4. Визначте енергію фотона та частоту коливань світла з цією довжиною хвилі:

Завдання 11.6. Метанольний паливний елемент

Автор: Беда Олександр

Значного розповсюдження починають набувати «прямі» паливні елементи, в яких у послідовно з'єднаних комірках, де анодний та катодний простори розділені мембранами, на спеціальних каталізаторах відбувається окиснення палива без його крекінгу. Прямий метанольний паливний елемент працює за умов, близьких до кімнатних.

Вам пропонується обчислити термодинаміку паливного елемента, в який подаються метанол та повітря за атмосферного тиску та температури 50°C. Вважайте, що утворюється (і вивувається повітрям) водяна пара, а не рідка вода.



6.1. Які напівреакції відбуваються на аноді та катоді? Запишіть їхні рівняння та сумарне рівняння реакції.

6.2. Що є носієм струму всередині паливного елемента? Поставте знак «+» навпроти правильної відповіді.

Вода	
Метанол	
Іони H^+ (H_3O^+)	
Іони OH^-	
Електрони	
Іони Na^+	

6.3. Наведіть розрахунок ΔG°_{323} , ΔH°_{323} , ΔS°_{323} процесу, що відбувається. Заповніть порожню клітинку у таблиці з довідковими даними.

Довідково: залежності ентальпії та ентропії від температури мають вигляд:

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta c_p(T_2 - T_1)$$

$$\Delta S_{T_2} = \Delta S_{T_1} + \Delta c_p \ln(T_2/T_1)$$

В рамках цієї задачі вважаємо, що теплоємності речовин c_p не залежать від температури

	$\Delta H_{f, 298}^{\circ}$, кДж/моль	S_{298}° , Дж·К ⁻¹ ·моль ⁻¹	c_p , Дж·К ⁻¹ ·моль ⁻¹
CH ₃ OH (liq)	-238,4	127,19	81,1
H ₂ O (gas)	-241,83	188,84	35,2
CO ₂	-393,52	213,79	37,2
O ₂		205,15	29,4

6.4. Яким буде ЕРС такого паливного елемента? Якщо в п. 3 ви не розрахували ΔG , прийміть його за -750 кДж/(моль метанолу).

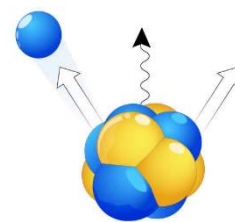
Ноутбук, за яким автор пише цю задачу, використовує 30 Вт електричної потужності.

6.5. Яку масу метанолу та який об'єм повітря потрібно подавати **кожну годину** роботи, якщо ноутбук живиться таким паливним елементом, а практична ефективність становить 40%?

Завдання 11.7. Розпад

Автор: Лянунов Олександр

Радіоактивний розпад ядер – явище, яке постійно відбувається у навколишньому середовищі. Існує гіпотеза, що це стало однією з причин виникнення життя та може стати причиною його зникнення. Найбільш поширеними є: альфа (α), бета (β^- ; β^+), протонний розпади (p^+) та спонтанний поділ (SF). Перші чотири супроводжуються випромінюванням відповідних частинок, останній – утворенням двох нуклідів та декількох нейтронів.



7.1. Заповніть таблицю рівняннями відповідних реакцій:

Тип розпаду	Вихідний нуклід	Рівняння реакції
α	¹⁶⁷ Re	
β^-	¹¹⁸ In	

β^+	^{45}Cr	
p^+	^{69}Br	
SF	^{242}Fm	

Гама випромінювання (γ) зазвичай супроводжує всі типи радіоактивного розпаду. Але при ізомерному переході воно є єдиним типом випромінювання. При цьому відбувається перехід між двома енергетичними станами одного нукліду, різниця маси випромінюється у вигляді гама- та рентгенівських квантів.

Прикладом такого перетворення є перехід $^{178m2}\text{Hf} \rightarrow ^{178}\text{Hf}$, адже при цьому виділяється величезна кількість енергії: $3,9184 \cdot 10^{-13}$ Дж/атом.

7.2. Розрахуйте кількість енергії, що виділиться при повному перетворенні цього нукліду, що міститься у зразку природного Гафнію масою 5,0029 г, якщо його вміст 0,079%.

7.3. Розрахуйте точну відносну атомну масу нукліду $^{178m2}\text{Hf}$, якщо відносна атомна маса нукліду ^{178}Hf становить 177,9437.

Інша цікава особливість $^{178m2}\text{Hf}$ – здатність до вимушеного поділу, що теоретично могло б дозволити створювати зброю з потужністю, що наближається до ядерної, але при цьому не залишає радіоактивного забруднення. Уявіть, що вченим вдалося синтезувати нуклід $^{178m2}\text{Hf}$ в достатній кількості та з чистотою 99,9999%, що відповідає реактиву кваліфікації «ос.ч.1–4». При зберіганні поступово його чистота зменшується через розпад.

7.4. Розрахуйте максимальний час після виготовлення, впродовж якого кваліфікація реактиву буде відповідати «ос.ч.1–2», «х.ч.», «ч.д.а.» та «ч.», відповідно. Чистота та мінімальний вміст речовини для цієї кваліфікації наведено у таблиці. Період напіврозпаду $^{178m2}\text{Hf}$ дорівнює 31 рік.

Кваліфікація	Чистота, %	Час зберігання, діб
«ос.ч.1–4»	99,9999	0
«ос.ч.1–2»	99,99	
«х.ч.»	99,9	
«ч.д.а.»	99,0	
«ч.»	97,0	

Завдання 11.8. Стерті записи на дошці...

Автор: Кона Іван

В один із ранніх ранків юний хімік завітав до аудиторії та помітив на дошці таблицю. На жаль, частина інформації була стерта, тому юнак вирішив відновити її. Проте завдання виявилось не таким легким, як здалося на перший погляд.

Спробуйте і ви розгадати таємницю таблиці! Відновіть всі записи, замінені буквами X_1 - X_{10} (це можуть бути як числа, так і слова). Підтвердіть свої відповіді розрахунками.

Речовина	H_2O	$NaOH$	H_2SO_4	NH_3	$NaHCO_3$	X_6
с, моль/л	X_1	0,01	X_3	10^{-4}	0,1	0,01
pH	7,0	X_2	1,8	X_4	X_5	3,9

8.1. Визначте числа X_1 - X_3 .

8.2. Знайдіть числа X_4 - X_5 , користуючись довідковими даними: $\lg K_a(NH_4^+) = -9,24$, $\lg K_{a1}(H_2CO_3) = -6,35$, $\lg K_{a2}(H_2CO_3) = -10,33$.

8.3. Визначте pK_a кислоти X_6 , знаючи, що це одноосновна слабка кислота. За даними таблиці нижче **знайдіть**, про **яку** саме **кислоту** йдеться.

На іншій частині дошки було написано наступні речення:

«Змішати X_7 мл 0,005 М розчину натрій дигідрогенортофосфату та X_8 мл 0,015 М розчину натрій моногідрогенортофосфату для отримання 100 мл буферного розчину з pH 8,4»

«Аргентум хлорид погано розчиняється в воді – X_9 г/100 мл, але ще гірше в 0,05 М розчині натрій хлориду – X_{10} г/100 мл»

8.4. Визначте об'єми розчинів X_7 та X_8 , користуючись довідковими даними: $\lg K_{a1}(H_3PO_4) = -2,15$, $\lg K_{a2}(H_3PO_4) = -7,2$, $\lg K_{a3}(H_3PO_4) = -12,35$.

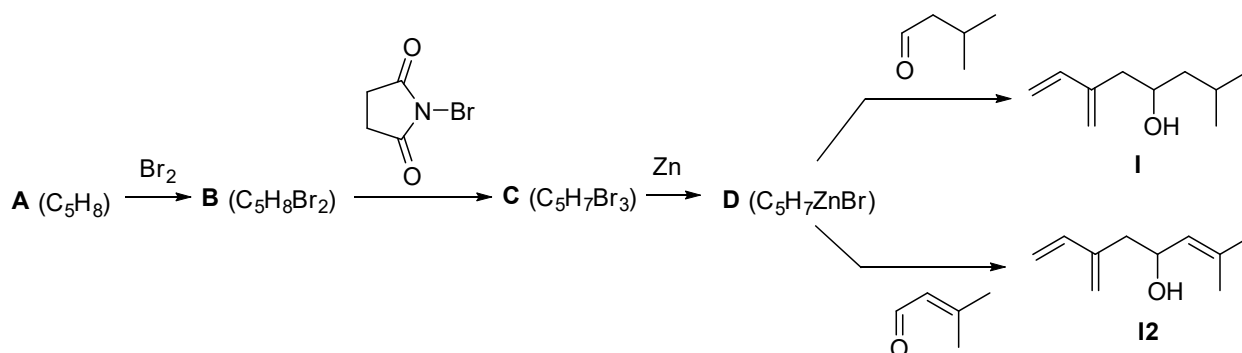
8.5. Визначте розчинності X_9 - X_{10} , що є розчинністю в г/100 мл $AgCl$, користуючись довідковими даними: $\lg K_{sp}(AgCl) = -9,75$.

11 клас. II тур

Завдання 11.1. Хімія кохання жуків

Автор: Друженко Тетяна

Самці жуків-короїдів приваблюють самиць за допомогою феромонів – сполук **I** та **I2**. Вихідною сполукою для їх синтезу є розгалужений дієн **A**, багатотоннажний продукт хімічної промисловості. Продуктом 1,4-приєднання молекули бромиду до **A** є алкен **B**, радикальне бромування якого в алільне положення дає трибромід **C**. Продукт **C** реагує з цинком з утворенням цинкорганічного дієну **D**, який не містить атомів Бромиду, безпосередньо зв'язаних з атомами Карбону. Приєднання **D** до альдегідів з подальшою обробкою реакційних сумішей водою веде до утворення цільових продуктів **I** та **I2**.

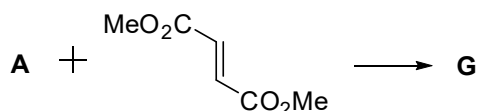
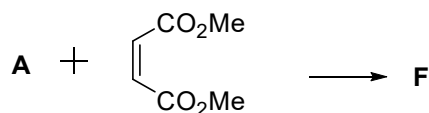


1.1. **Зобразіть** структурні формули сполук **A**, **B**, **C** та **D**.

1.2. **Наведіть** механізми утворення **B** та **C**.

1.3. **Чому** дієн **A** є чутливим до дії радикальних ініціаторів та кислот Льюїса? **Наведіть** схему відповідного перетворення для одного з варіантів активації.

1.4. Реакція Дільса-Альдера є реакцією [4+2]-циклоприєднання, у якій беруть участь дієн та дієнофіл. **Наведіть** продукти взаємодії **A** з естерами малеїнової та фумарової кислот. **Зобразіть** їх відносну стереохімічну конфігурацію.



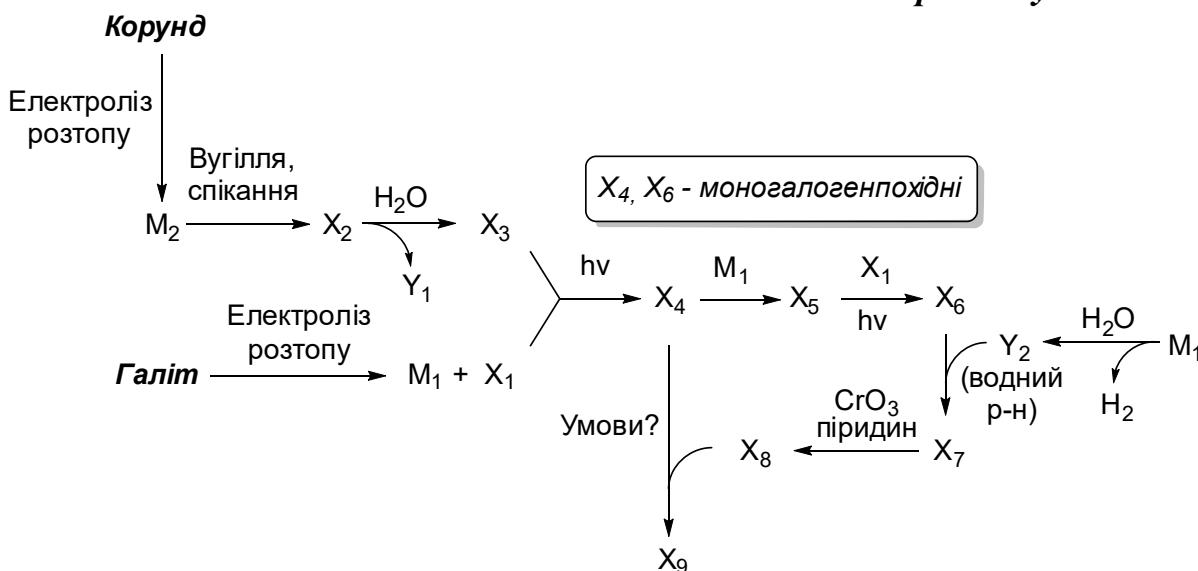
Якщо Ви НЕ ВСТАНОВИЛИ структурну формулу сполуки **A**, вважайте, що це – бута-1,3-дієн.

Відомо, що заряд ядра нукліду Y більший на 1 за вихідний елемент, а сам нуклід зазнає α -розпаду, втрачаючи 1% маси за 148,6 діб.

2.3. Розрахуйте нуклонне число Y , **напишіть** рівняння згаданих ядерних реакцій (при розрахунках використовуйте значення відносних атомних мас, округлені до цілих). (Якщо ви не змогли розрахувати період напіврозпаду з попереднього пункту, прийміть $T_{1/2} = 129$ діб).

Завдання 11.3. Перетворення

Автор: Ляшук Олександр



Масові частки металів в бінарних сполуках корунд і галіт складають 52,92% і 39,34% відповідно.

3.1. Співвіднесіть назви мінералів з їх хімічною формулою.

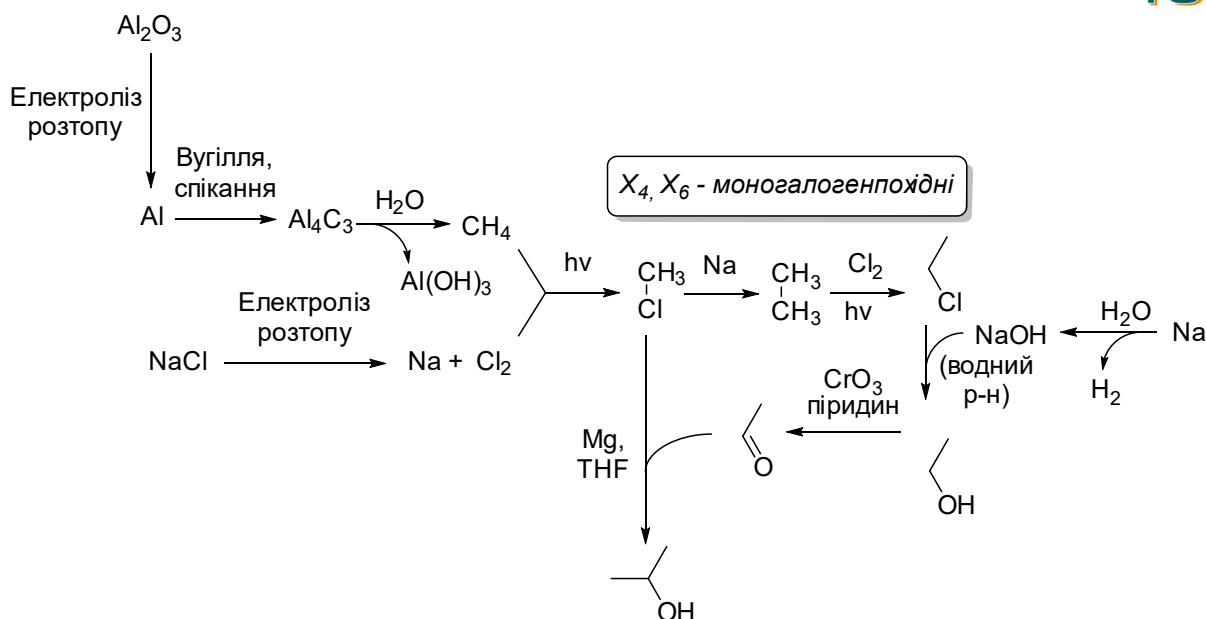
3.2. Розшифруйте сполуки X_1 – X_9 , враховуючи, що X_3 - X_9 мають органічну природу.

3.3. Знайдіть сполуки M_1, M_2, Y_1, Y_2 .

3.4. Запишіть рівняння реакції $X_4 + X_8$ і запропонуйте умови її проведення.

3.5. Які можливі побічні продукти можуть спостерігатися при отриманні сполуки X_4 ?

Вказати три основних.



Завдання 11.4. Сірі порошки

Автор: Іваниця Микита

Хімік Олег досліджував полиці старої хімічної органічної лабораторії і знайшов полицю, на якій стояли різноманітні банки з ароматичними нітросполуками. Проте поміж банок з органічними формулами знайшлися три банки з сірими порошками **X**, **Y** та **Z**. Надписи на банках стерлися, а тому Олег вирішив самостійно визначити вміст банок. Виявилося, що всі три порошки реагують з водним розчином хлоридної кислоти з виділенням газу **G1**, а зі сполук **X**, **Y** та **Z** утворюються розчини речовин **A**, **B** та **C** відповідно. Лише розчин речовини **C** має забарвлення, а саме блідо-зелене, проте при тривалому контакті з повітрям колір розчину змінюється на жовтий.

З наявними розчинами було проведено серію експериментів. Так, при поступовому додаванні розчину **NaOH** до розчинів речовин **A** та **B** відбулося випадання білих осадів **D** та **E** відповідно. Надлишок лугу призводив до їх розчинення з утворенням прозорих розчинів сполук **H** та **I**. При додаванні розчину **NaOH** до розчину речовини **C** також відбулося випадання осаду **F**, але зеленого кольору. Додавання надлишку лугу не мало жодного ефекту.

Далі до розчинів речовин **A**, **B** та **C** додали надлишок концентрованого розчину амоніаку. З розчину речовини **A** спочатку спостерігалось випадання осаду **D**, який при додаванні більшої кількості реагенту розчинявся з утворенням прозорого розчину речовини **J**. За аналогічних умов з розчинів речовин **B** та **C** було одержано вже знайомі осад **E** та **F**.

Потім до розчинів речовин **A**, **B** та **C** по краплях додали насичений розчин натрій карбонату. З розчину речовини **A** випав білий кристалічний осад **K**, з розчину речовини **B** спостерігалось випадання осаду **E**, а також виділення газу **G2**. У випадку розчину **C** утворився осад іншого відтінку зеленого **L**.

Врешті решт, до трьох основних розчинів було додано розчин натрій сульфід. При цьому з розчину речовини **A** випав білий осад **M**, з розчину речовини **B** знову утворився осад **E** та виділювався газ з запахом тухлих яєць **G3**, а з розчину речовини **C** випав чорний осад **N**.

4.1. На основі проведених експериментів, заповніть таблицю спостережень хіміка Олега. Випадання осаду позначте ↓ з відповідним кольором, виділення газу позначте ↑, розчинення позначте великою буквою P.

Реагент	A	B	C
NaOH			
NaOH (надлишок)			
розчин NH ₃ (надлишок)			
Na ₂ CO ₃			
Na ₂ S			

На основі спостережень хімік Олег зробив висновки стосовно складу порошків **X**, **Y** та **Z**. Для підтвердження своєї гіпотези він розчинив по 1 г кожного порошку у хлоридній кислоті з одержанням розчинів речовин **A**, **B** та **C**, а потім відігнав воду з утворенням 3,19 г білого кристалогідрату **A'**, 8,95 г білого кристалогідрату **B'**, та 3,56 г зеленуватого кристалогідрату **C'**, який з часом змінює колір.

4.2. Визначте речовини X, Y, Z та сполуки A-N.

4.3. Запишіть рівняння реакцій що відбулися.

4.4. Поясніть, чому сполуки **C**, **C'** та **F** змінюють своє забарвлення на повітрі. Підтвердіть одним рівнянням реакції:

4.5. Запропонуйте пояснення, чому банки з сірими порошками стояли на полиці поряд з органічними нітро-сполуками.

Завдання 11.5. Хто найшвидший?

Автор: Запорожець Ірина

Матеріали, які здатні керовано змінювати свої властивості за різних значень рН, застосовуються у біосенсорах, тканинній інженерії, для таргетної доставки ліків тощо. Один із класів таких полімерних матеріалів містить лінкери (біфункційний фрагмент молекули, що прикріплює сполуку до твердої чи рідкої підкладки і який можна розщепити, від'єднавши таким чином сполуку від підкладки) на основі кеталів, які деградують у кислому

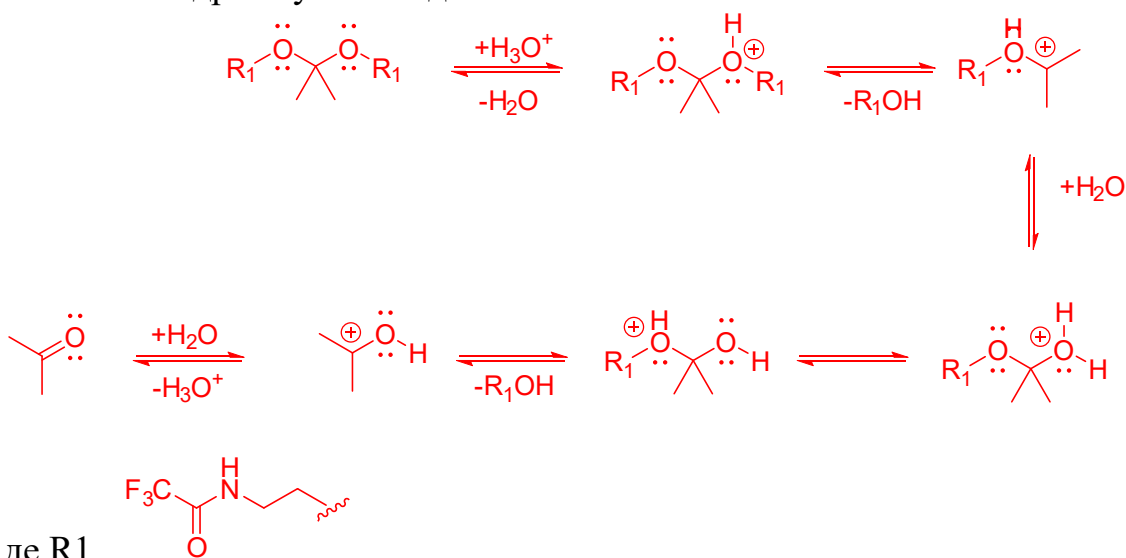
середовищі. Швидкість їхньої деградації залежить від структури молекули та від рН.

Кінетику кислотного гідролізу кеталю **X** вивчали за допомогою ^1H ЯМР за постійного значення рН = 5.0. Залежність площі піку з хімічним зсувом 1,29 ppm від часу наведена у таблиці.

X	
----------	--

Час, годин	15,0	25,0	35,0	45,0	60,0	75,0	90,0	105,0
Відносна площа піку 1.29 ppm	0,72	0,59	0,47	0,38	0,28	0,20	0,15	0,11

Механізм гідролізу **X** наведено на схемі нижче:



5.1. Визначте порядок реакції за **X.**

5.2. Розрахуйте умовну константу швидкості за рН = 5.0

5.3. Розрахуйте період напівперетворення **X за рН = 5.0**

Період напівперетворення також визначили за інших значень рН. Результати наведені у таблиці

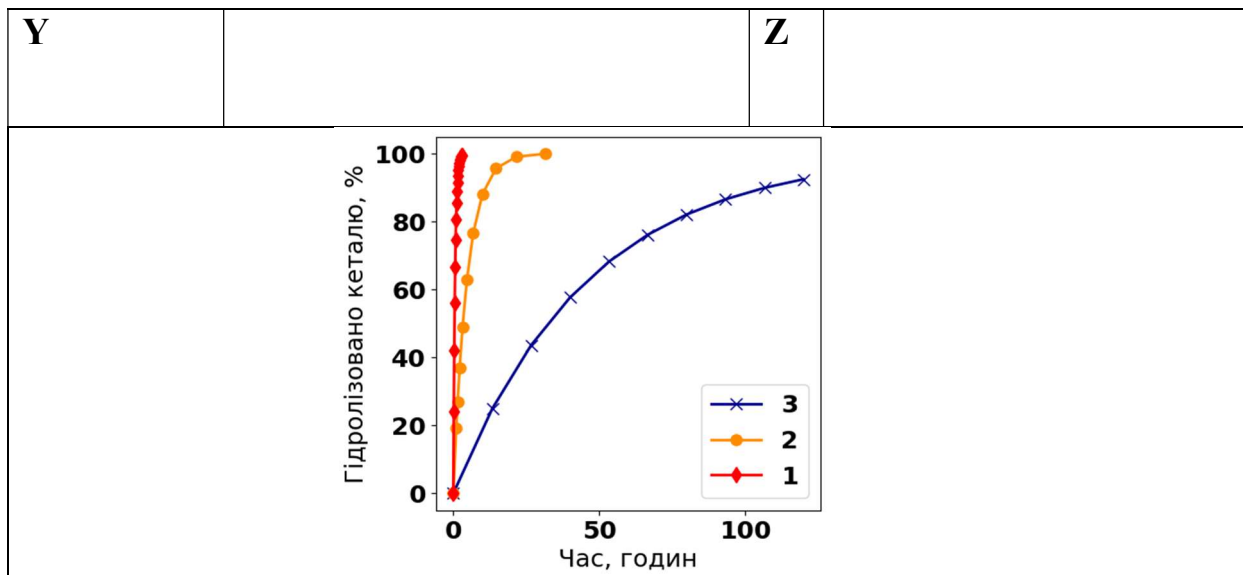
рН	Період напівперетворення, годин
5.5	85
6.0	226

Відомо, що механізм реакції в усіх експериментах залишався незмінним.

5.4. Визначте порядок реакції за H^+ . Відповідь округліть до цілих

Окрім **X**, аналогічний експеримент повторили для кеталів **Y** та **Z**. (структури наведені нижче), відповідні кінетичні криві наведено на малюнку.

5.5. Впишіть в таблицю номер кінетичної кривої (1-3), що відповідає сполукам X, Y, Z. Відповідь поясніть.



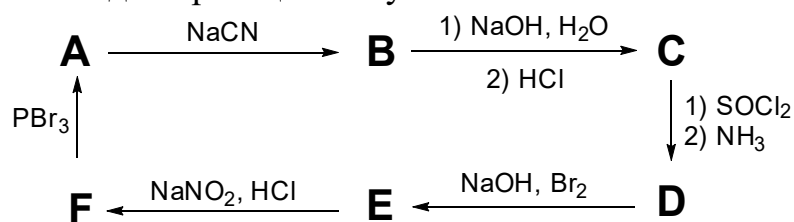
Завдання 11.6. Перегрупування

Автор: Архіпов Антон

Сполуку **A** можна отримати бромованням толуєну з використанням *N*-бромсукциніміду.

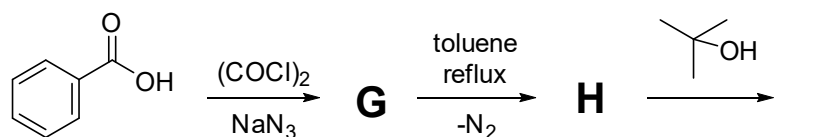
6.1. Напишіть рівняння реакції та структурну формулу сполуки **A**, якщо в ній масова частка Карбону складає 49,16 %, Гідрогену – 4,13%, Брому – 46,72 %.

На схемі нижче наведено реакції сполуки **A**:



6.2. Напишіть структурні формули всіх згаданих сполук.

Реакція перетворення **D** у **E** належить до так званих «секстетних перегрупувань». Інший приклад подібної реакції – перегрупування Курціуса. На схемі нижче наведено ланцюг перетворень, що починається з бензойної кислоти:



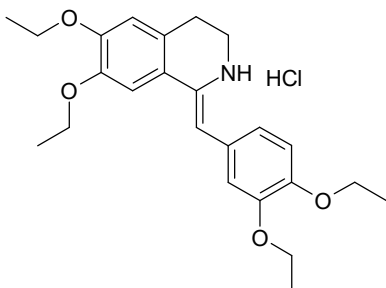
6.3. Напишіть структурні формули усіх згаданих сполук.

Завдання 11.7. Дротаверин

Автор: Мельников Костянтин

Дротаверин – лікарський засіб, який має спазмолітичну дію, був синтезований у 1961р. співробітниками угорської фармацевтичної компанії Хіноїн. У 1962р. препарат був запатентований під торговою назвою Но-Шпа (No-Spa, що означає No-Spasm). Пізніше компанія Хіноїн увійшла до складу компанії Sanofi, яка випускає Но-Шпа дотепер.

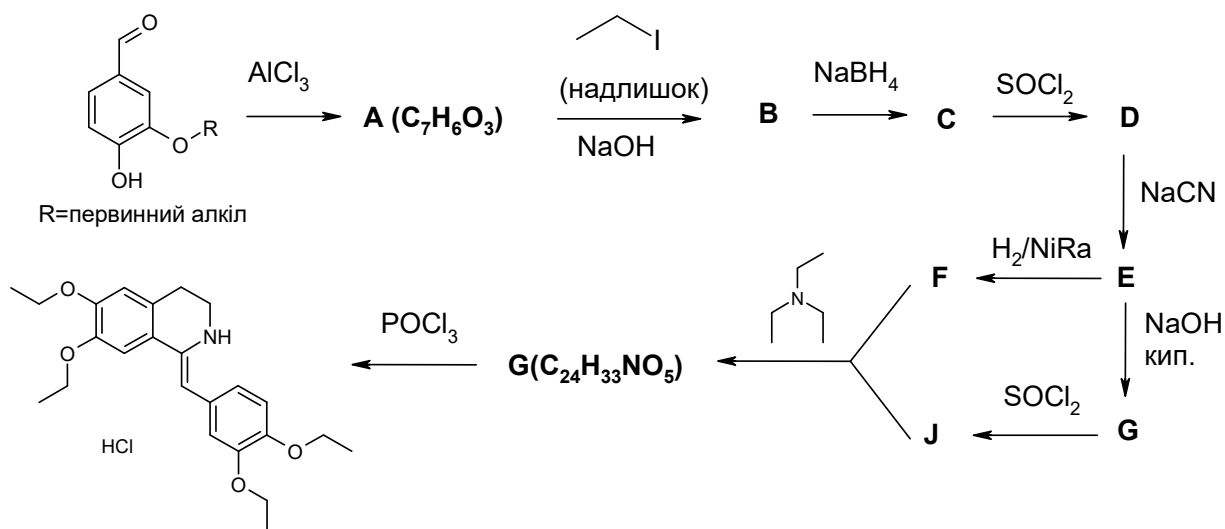
Структурна формула дротаверину зображена нижче:



Дротаверин гідрохлорид



Один з методів синтезу Дротаверину полягає у наступній послідовності перетворень, виходячи з ваніліну:



Дротаверин гідрохлорид

7.1. **Вкажіть просторовий ізомер** Дротаверину за Z/E номенклатурою.

7.2. **Розшифруйте формулу ваніліну**, якщо з x г ваніліну при взаємодії з гідроксиламіном утворюється 1,0987x г відповідного оксиму. (Використовувати відносні атомні маси, округлені до цілих чисел)

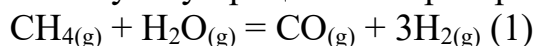
7.3. **Розшифруйте** сполуки А-К.

7.4. **Розрахуйте масу осадку**, який виділиться при взаємодії 2,28 г ваніліну з надлишком реактиву Толленса. **Запишіть рівняння** відповідної реакції.

Завдання 11.8. Синтез-газ

Автор: Кудрик Олександр

Реакція метану з водяною парою дозволяє отримати суміш CO та H₂ у співвідношенні 1:3, яка далі використовується у хімічній промисловості, зокрема для синтезу метанолу та у процесі Фішера-Тропша.



Нижче наведені деякі термодинамічні характеристики цього процесу.

	CH _{4(g)}	H _{2O(g)}	CO(g)	CO _{2(g)}	H _{2(g)}
Δ _f H ⁰ , кДж/моль	-75.00	-241.83	-110.53	-393.52	
S ⁰ , Дж/(моль*К)	186.0	188.8	197.7	213.8	130.7

Нагріту до 800°C суміш 80 г метану та 90 г водяної пари пропустили через порожнисту трубку, заповнену нікелевим каталізатором. Температура трубки підтримується сталюю по всьому об'єму. За цих умов встигає встановитися рівновага, а тиск у системі сталий і дорівнює 1 бар.

8.1. Розрахуйте ΔG, K_p та K_x цієї реакції при 800°C.

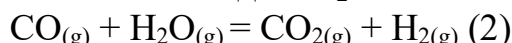
8.2. Розрахуйте вміст (у % за об'ємом) CH₄, CO та H₂ після проходження вихідної суміші через трубку і конденсації надлишку водяної пари.

Якщо ви не розрахували константи у п.1, прийміть K_x = 3.5

8.3. Як вплине на конверсію:

а) підвищення температури до 900 °C	б) підвищення тиску до 3 бар
-------------------------------------	------------------------------

За наявності надлишку водяної пари та правильно підібраних умов може відбуватися подальше окиснення CO до CO₂:



Отриманий у п.1-3 синтез-газ (вважайте конверсію = 100%, початкове співвідношення CO/H₂ = 1:3, кількість речовини незмінна) ввели до реактору об'ємом 4 л, додали 180 г водяної пари та нагріли до 300 °C. Після встановлення рівноваги суміш швидко охолодили до 25 °C і відділили отриману суміш газів від сконденсованої води.

Вважайте, що процес, зворотній реакції 1 (CH_{4(g)} + H_{2O(g)} = CO(g) + 3H_{2(g)}), за цих умов проходить дуже повільно і не впливає на рівновагу.

8.4. Розрахуйте ΔG, K_p та K_x цієї реакції при 300 °C.

8.5. Розрахуйте початковий тиск у реакторі.

8.6. Розрахуйте вміст (у % за об'ємом) CO, CO₂ та H₂ в отриманій суміші.

Якщо ви не розрахували константи у п.4, прийміть K_x = 15

8.7. Як вплине на конверсію:

а) підвищення температури до 600 °C	б) підвищення тиску у реакторі
-------------------------------------	--------------------------------

11 клас (експеримент)

Завдання 1. Синтез йодоформу

Автор: Андрій Готинчан

Спробуйте себе у ролі хіміка-синтетика. Ваше завдання – провести синтез речовини за методикою та здійснити її очистку перекристалізацією.

Реактиви

Назва	Стан	Концентрація	Кількість	Маркування
Ацетон	Водний розчин	20% V/V	70 мл	CH ₃ COCH ₃
2-Пропанол	Водний розчин	67% V/V	100 мл	CH ₃ CH(OH)CH ₃
Калій йодид	Тверда речовина	Чиста речовина	10 г	KI
Натрій гідроксид	Водний розчин	10%	15 мл	NaOH
Йод	Тверда речовина	Чиста речовина	4,00 г	I ₂

Перелік обладнання та посуду на робочому місці

1. Колба конічна на 250 мл – 1 од.
2. Колба конічна на 100 мл – 1 од.
3. Магнітний якір – 1 од.
4. Скляна лійка – 1 од.
5. Піпетка Пастера – 1 од.
6. Скляна паличка – 1 од.
7. Шпатель – 1 од.
8. Чашка Петрі – 1 од.
9. Мірний циліндр на 25 мл – 1 од.
10. Повітряний холодильник – 1 од.
11. Фільтр Шотта №3 – 1 од.
12. Пластиковий стакан для зважування – 1 од.

Перелік обладнання загального користування

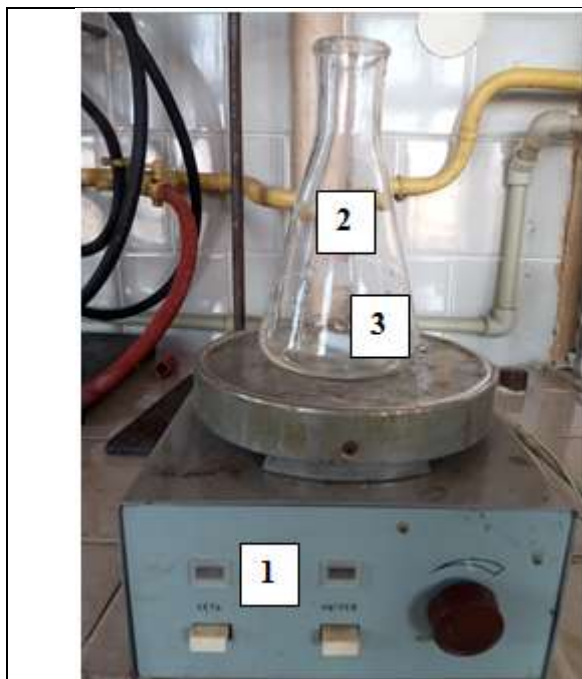
5. Ваги – 8 од.
6. Колба Бунзена – 8 од.
7. Ущільнювач гумовий для фільтрування – 8 од.
8. Промивалка – 8 од.
9. Плитка для перекристалізації – 8 од.
10. Баня з крижаною водою – 8 од.

11. Маркер

– 8 од.

12. Пінцет

– 8 од.

Хід роботи


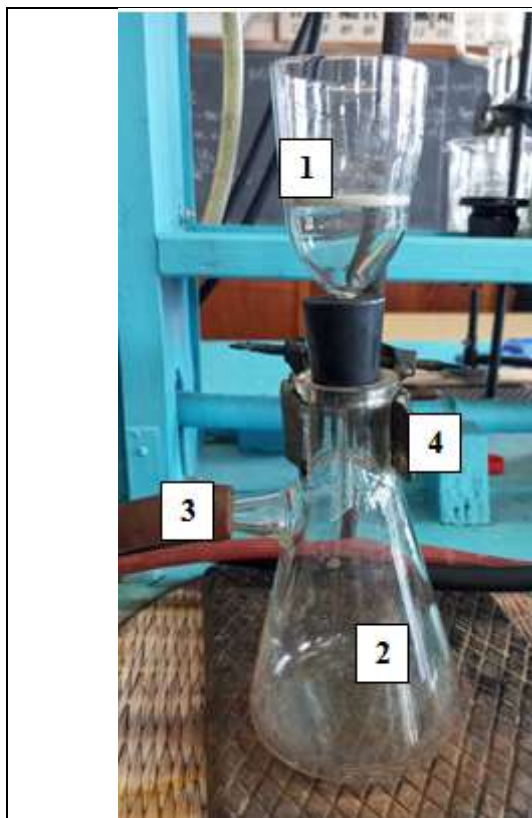
Малюнок 1. Прилад для синтезу йодоформу:

1 – магнітна мішалка;

2 – конічна колба;

3 – магнітний якір.

1. Зважте, використовуючи пластиковий стакан, 8 г калій йодиду.
2. У конічну колбу на 250 мл помістіть магнітний якір, вставте скляну лійку і перенесіть 8 г калій йодиду. Відміряйте за допомогою циліндру 15 мл дистильованої води та прилийте у колбу.
3. Колбу встановіть по центру магнітної мішалки, увімкніть перемішування (задайте середню швидкість перемішування) та перемішуйте до повного розчинення солі (малюнок 1).
4. Віала містить попередньо зважену наважку йоду 4.00 г. Кількісно перенесіть його до отриманого розчину, змийте залишки 1-2 мл дистильованої води. Продовжуйте перемішування до повного розчинення йоду.
5. Прилийте до одержаного розчину 50 мл 20% водного розчину ацетону.
6. За допомогою піпетки Пастера по краплях додавайте 10% розчин натрій гідроксиду до зміни червонуватого забарвлення розчину на лимонно-жовте (витрачається приблизно 9-10 мл розчину лугу).
7. Вимкніть перемішування та залиште колбу на 30 хвилин. **У цей час ви можете виконувати завдання №2.**
8. За цей час зважте чашку Петрі з фільтром Шотта та підпишіть кодом свого робочого місця, запишіть у таблицю.
9. Через 30 хвилин проведіть вакуумне фільтрування, використовуючи прилад зображений на малюнку 2.



Малюнок 2. Прилад для вакуумного фільтрування

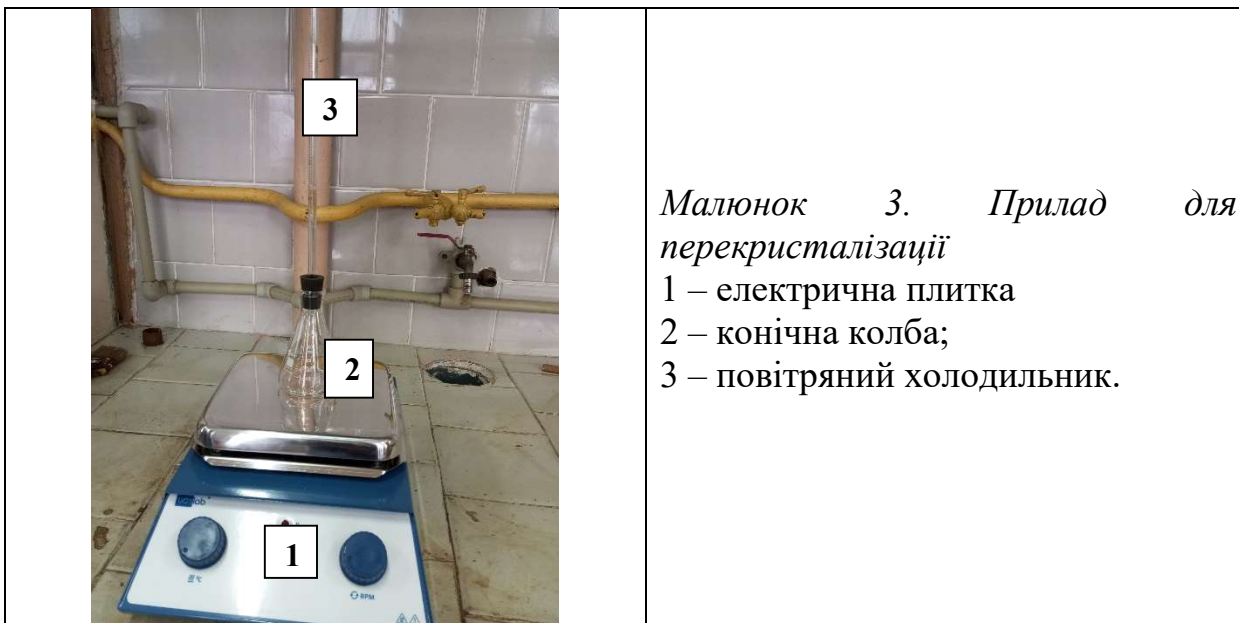
- 1 – фільтр Шотта;
- 2 – колба Бунзена;
- 3 – вакуумний шланг;
- 4 – лапка.

Зверніть увагу, коли виливаєте реакційну суміш на фільтр, водострумний насос має бути вимкнений.

10. Фільтрування: встановіть фільтр Шотта на колбу Бунзена. Перелийте реакційну суміш у фільтр Шотта, увімкніть насос. Вимкніть насос, відміряйте ~20 мл дистильованої води, налейте у колбу та змийте залишки продукту у фільтр Шотта. Магнітний якір витягніть з реакційної суміші пінцетом, промийте дистильованою водою та покладіть у чашку Петрі. Увімкніть насос.
11. Промивання: вимкніть насос, до осаду на фільтрі додайте дистильовану воду приблизно 4/5 висоти фільтра, увімкніть насос. Повторіть процедуру ще 2 рази. Вимкніть насос, до осаду на фільтрі додайте холодний 2-пропанол приблизно до половини висоти фільтра, увімкніть насос.
12. Продукт разом з фільтром Шотта покладіть у чашку Петрі та здайте на висушування (~25 хв). **У цей час ви можете виконувати завдання №2.**
13. Дочекайтесь, поки фільтр з продуктом охолоне до кімнатної температури, та зважте чашку Петрі разом з фільтром Шотта, що містить продукт. Запишіть масу у таблицю (*маса чашки Петрі з фільтром Шотта з сирим продуктом*).
14. Перекристалізація (малюнок 3). Охолоджений продукт перенесіть за допомогою лійки у конічну колбу на 100 мл та додайте через цю ж лійку 70 мл водного розчину 2-пропанолу. Встановіть повітряний холодильник.
15. Помістіть колбу на електричну плитку. Нагрівайте суміш до повного розчинення твердої фази, після цього зніміть колбу з плитки. Охолодіть до

кімнатної температури та помістіть колбу у баню з крижаною водою на 25 хв. *У цей час ви можете виконувати завдання №2.*

16. За цей час промийте фільтр Шотта наступним чином: встановіть фільтр Шотта на колбу Бунзена, налейте етанол приблизно до половини фільтра та увімкніть насос. Вимкніть насос, повторіть процедуру ще 2 рази. Залиште фільтр на приладі з увімкненим насосом щонайменше на 10 хвилин.



Малюнок 3. Прилад для перекристалізації
 1 – електрична плитка
 2 – конічна колба;
 3 – повітряний холодильник.

17. Встановіть фільтр Шотта на колбу Бунзена. Перелийте суспензію у фільтр, увімкніть насос. Для промивання та змивання продукту зі стінок колби використовуйте розчин 2-пропанолу так, як це описано в пунктах 10-11.

18. Перекристалізований продукт разом з фільтром Шотта перенесіть у чашку Петрі та здайте на висушування. Процес висушування триває ~20 хв.

19. Зважте чашку Петрі разом з продуктом на фільтрі Шотта, попередньо охолодивши до кімнатної температури, запишіть у таблицю (*маса чашки Петрі з фільтром Шотта з чистим продуктом*). Розрахуйте вихід.

Результати зважування та розрахунків запишіть у таблицю 1.

Для довідки: густина ацетону = 0,791 г/см³

Таблиця 1

	Параметр	Значення
1	Маса чашки Петрі з фільтром Шотта, (г)	
2	Маса чашки Петрі з фільтром Шотта з сирим продуктом, (г)	
3	Маса чашки Петрі з фільтром Шотта з чистим продуктом, (г)	
4	Маса продукту, (г)	
5	Вихід (%)	

Завдання 2. Аргентометричне визначення маси натрій хлориду у виданому розчині.

Автор: Андрій Готинчан

Спробуйте себе у ролі хіміка-аналітика, якому треба якомога точніше визначити концентрацію натрій хлориду у розчині методом Мора. Ваша персональна задача вже знаходиться у мірній колбі та містить певну кількість розчину NaCl невідомої концентрації. Вам необхідно довести об'єм розчину до 50 мл, відібрати аліквоту та титрувати розчином AgNO_3 певної відомої концентрації (*вказана на етикетці*). Як індикатор використовується калій хромат: оскільки розчинність AgCl нижча за Ag_2CrO_4 , спочатку осад міститиме лише аргентум хлорид та лише після вичерпання хлорид-іонів почне утворюватися осад хромату. Цей момент називається точка еквівалентності та визначається за зміною кольору осаду з білого на цегляно-червоний.

Реактиви

Назва	Стан	Концентрація	Кількість	Маркування
Аргентум нітрат	Водний розчин		50 мл	AgNO_3
Калій хромат	Водний розчин	5%	25 мл	K_2CrO_4
Натрій хлорид	Водний розчин	-	-	Задача

Перелік обладнання та посуду на робочому місці

1. Задача у мірній колбі на 50 мл – 1 од.
2. Колба плоскодонна на 250 мл – 2 од.
3. Піпетка Мора на 10,0 мл – 1 од.
4. Скляна лійка – 1 од.
5. Піпетка Пастера – 1 од.
6. Бюретка на 25 мл – 1 од.
7. Штатив з лапкою – 1 од.
8. Груша гумова – 1 од.
9. Мірний циліндр на 25 мл – 1 од.

Хід роботи.

1. Мірна колба на 50 мл вже містить певний об'єм досліджуваного розчину. Доведіть рівень рідини у колбі дистильованою водою до мітки, закрийте корком та ретельно перемішайте. **Запишіть номер задачі.**

2. Відберіть аліквоту 10,0 мл розчину NaCl за допомогою піпетки Мора у плоскодонну колбу для титрування.

3. Наповніть бюретку робочим розчином аргентум нітрату за допомогою воронки. Носик бюретки не має містити повітря. Доведіть рівень робочого розчину до відмітки «0» за нижнім меніском.

4. Додайте у колбу для титрування 3-4 краплі 5 %-ного розчину індикатора K_2CrO_4 за допомогою піпетки Пастера, 20 мл дистильованої води мірним циліндром та титруйте робочим розчином $AgNO_3$ до появи цегляно-червоного забарвлення.

5. Повторіть п.п.2-4 ще два-три рази.

6. Результати запишіть у таблицю 2.

7. Використовуючи отримані експериментальні дані, розрахуйте масу NaCl, що містилась у мірній колбі та запишіть у форматі $X.XX \cdot 10^{XX}$ г. **Прийміть молярну масу NaCl 58.44 г/моль.**

Таблиця 2

Номер титрування	$V_a(NaCl)$, мл	$V(AgNO_3)$, мл	$V(AgNO_3)$ обраний для розр., мл	$m(NaCl)$, г
	10,0			