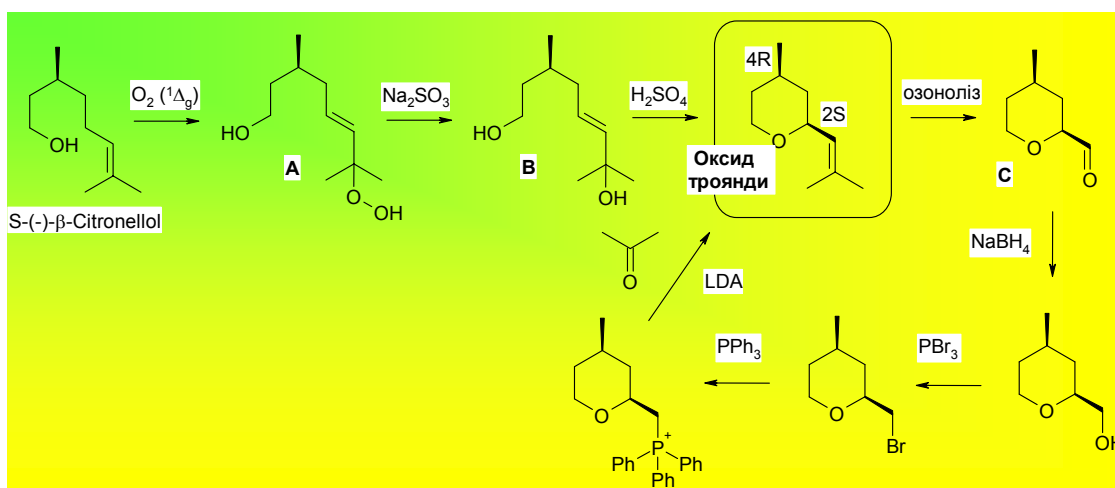


*Міжнародному року хімії
присвячується*



**Завдання
теоретичних турів IV етапу**

48 Всеукраїнської олімпіади з хімії



Луганськ

2011

Голова журі

Ю. В. Холін

Заступники голови журі

К.С. Гавриленко
С.А. Неділько

Куратори класів і турів

Д.М. Волочнюк
К.С. Гавриленко
М.О. Колосов
С.В. Колотілов
О. Ю. Усенко

Експерт олімпіади

І. В. Комаров

**Представник Міністерства
освіти і науки України, заступник
голови оргкомітету**

Г. І. Мальченко

Комплект теоретичних завдань підготовлено на основі
авторських задач, ідей та пропозицій

Михайла **Виборного**
Олега **Виборного**
Дмитра **Волочнюка**
Костянтина **Гавриленка**
Олександра **Григоренка**
Ігоря **Довганя**
Вікторії **Дорофєєвої**
Євгена **Калініченка**
Дмитра **Кандаскалова**
Олени **Коваленко**
Максима **Колосова**
Сергія **Колотілова**
Івана **Кондратова**
Олександра **Корсуна**

Володимира **Кубишкіна**
Олександра **Ляпунова**
Павла **Михайлюка**
Євгена **Остапчука**
Руслана **Полуніна**
Павла **Попеля**
Сергія **Пуніна**
Дмитра **Радченка**
Антоніа **Ткаченка**
Артема **Синіцина**
Василя **Стецика**
Олександра **Усенка**
Юрія **Холіна**

© 2011 Автори завдань 48
Всеукраїнської олімпіади
з хімії

Web-сайт українських хімічних олімпіад
<http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>

При розміщенні матеріалів на Web-сайтах обов'язковим є посилання на джерело інформації. Передрук матеріалів без дозволу журі олімпіади не дозволяється.

ЗМІСТ

Журі 48-ї Всеукраїнської олімпіади з хімії

Завдання теоретичних турів 48-ї Всеукраїнської олімпіади з хімії

Рекомендації з підготовки до IV етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії

До викладачів, науковців, учителів, студентів, аспірантів

Журі 48-ї Всеукраїнської олімпіади з хімії

- ХОЛІН Ю.В. проректор Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, професор, доктор хімічних наук (голова)
- ГАВРИЛЕНКО К.С. старший науковий співробітник Науково-виробничого хіміко-біологічного центру Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат хімічних наук (заступник голови)
- НЕДІЛЬКО С.А. професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктор хімічних наук (заступник голови)
- ЧУЙКО Ю.І. методист комунального вищого навчального закладу „Харківська академія неперервної освіти” (секретар)
- БЕРЕЗАН О.В. вчитель Нововолинського обласного ліцею-інтернату Волинської області, кандидат педагогічних наук
- БЕСПАЛЬКО Ю.М. науковий співробітник Донецького національного університету
- ВАРГАЛЮК В.Ф. декан Дніпропетровського національного університету імені О. Гончара, професор, доктор хімічних наук
- ВЕСТ С.О. заступник директора ліцею № 100 „Поділ” м.Києва
- ВЛАДИКА А.Ю. студент Київського національного університету імені Тараса Шевченка
- ВОЛОЧНЮК Д.М. старший науковий співробітник Інституту органічної хімії НАН України, кандидат хімічних наук
- ГРИГОРЕНКО О.О. асистент Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат хімічних наук
- ГРУЗНОВА С.В. доцент Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка, кандидат хімічних наук
- ДОВГИЙ І.І. завідувач кафедри Севастопольського національного університету ядерної енергетики та промисловості, кандидат хімічних наук
- ДОЦЕНКО В.В. старший науковий співробітник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, кандидат хімічних наук
- ДЯЧЕНКО В.Д. декан Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, професор, доктор хімічних наук
- ЖИКОЛ О.А. науковий співробітник НТК „Інститут монокристалів” НАН України, кандидат хімічних наук
- ЗІЛЬБЕРМАН А.А. старший викладач Одеського інституту удосконалення вчителів
- КАЛІНІЧЕНКО Є.О. асистент Донецького національного університету
- КАНДАСКАЛОВ Д.В. аспірант університету Тулузи, Франція
- КОВАЛЕНКО О.О. вчитель комунального закладу „Луганський навчально-виховний комплекс: спеціалізована школа І ступеня-гімназія № 60 імені 200-річчя м. Луганська ”

КОЛОСОВ М.О.	доцент Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, кандидат хімічних наук
КОЛОТІЛОВ С.В.	старший науковий співробітник Інституту фізичної хімії НАН України, кандидат хімічних наук
КОНДРАТОВ І.С.	науковий співробітник Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, кандидат хімічних наук
КОРСУН О.М.	викладач Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна
КРЮЧОК Л.М.	доцент Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат педагогічних наук
ЛИСТВАН В.В.	доцент Житомирського державного університету імені Івана Франка, кандидат хімічних наук
ЛОГІНОВА Л.П.	завідувач кафедри Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, професор, доктор хімічних наук
ЛЯВИНЕЦЬ О.С.	декан Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, професор, доктор хімічних наук
ЛЯПУНОВ О.Ю.	старший науковий співробітник Інституту фізико-органічної хімії ім. О.В. Богатського НАН України, кандидат хімічних наук
МАНЖОС О.П.	доцент Сумського державного університету, кандидат хімічних наук
МАРТИНЮК Г.В.	доцент Рівненського державного гуманітарного університету, кандидат хімічних наук
МАТІЙЧУК В.С.	доцент Львівського національного університету імені Івана Франка
МИХАЙЛЮК П.К.	асистент Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат хімічних наук
МАЩЕНКО В. В.	доцент Національного університету кораблебудування ім. адмірала С.О. Макарова, кандидат хімічних наук
ОСТАПЧУК Є.О.	науковий співробітник НВП ТОВ „Єнамін”
ОМЕЛЯНЧИК Л.О.	декан Запорізького національного університету, професор, доктор фармацевтичних наук
ПОПЕЛЬ П.П.	доцент Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат хімічних наук
ПРОЦ Д.І.	доцент Волинського національного університету імені Лесі Українки, кандидат хімічних наук
ПУНІН С.В.	науковий співробітник НВП „Укроргсинтез”
РАДЧЕНКО Д.С.	молодший науковий співробітник НВП „Єнамін”
РЯБУХІН С.В.	старший науковий співробітник НВП ТОВ „Єнамін”, кандидат хімічних наук
РЕШЕТНЯК О.В.	доцент Львівського національного університету імені Івана Франка, кандидат хімічних наук
СОМОВ В.М.	старший викладач Волинського національного університету імені Лесі Українки

СТАРОСТА В.І.	професор Ужгородського національного університету, доктор педагогічних наук, кандидат хімічних наук
СТЕПАНЕНКО І.О.	студент Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького
СУГАТОВ О.П.	вчитель загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 10 м. Керчі Автономної Республіки Крим
СУХОВЕСВ В.В.	професор Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, доктор хімічних наук
ТИМОФЕЄВ М.О.	студент Національного фармацевтичного університету
ТКАЧЕНКО А.М.	студент Київського національного університету імені Тараса Шевченка
УСЕНКО О.Ю.	директор ТОВ „Сігмафарм”
ХОМЕНЧУК В.О.	доцент Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, кандидат хімічних наук
ХОРОШИЛОВ Г.Є.	доцент Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат хімічних наук

**Теоретичні тури
48-ї Всеукраїнської
олімпіади з хімії**

Шановні учасники олімпіади!

1. При виконанні завдань дозволяється користуватися лише зошитом, ручкою, таблицею Періодичної системи елементів і довідковими матеріалами, виданими організаторами. Дозволяється користуватися власними олівцями, лінійками і непрограмованими калькуляторами. Користуватися шпаргалками, мобільними телефонами, додатковими довідковими матеріалами, консультуватися з будь-якими особами, окрім кураторів класів, **ЗАБОРОНЕНО**. ПОРУШЕННЯ ЦИХ ПРАВИЛ МОЖЕ ПРИВЕСТИ ДО СКАСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРУ.

2. З питаннями щодо правильного розуміння змісту завдань звертайтеся до куратора, якого до класу запросить черговий.

3. На розв'язання завдань відводиться 4 години. Час закінчення туру вказується на дошці. Затримка зі здачею зошиту з розв'язками на 5 хвилин чи більше веде до скасування результатів туру.

4. Повно та аргументовано відповідайте на **питання, поставлені в умові задачі**. Правильні твердження, що не мають відношення до поставлених у задачі питань, не оцінюються. Правильна відповідь, не підкріплена логічними аргументами чи розрахунками, оцінюється лише мінімальною кількістю балів.

5. Розв'язання кожної задачі розпочинайте з нової сторінки. Чітко позначайте номер задачі, що розв'язується. Якщо до розв'язування певної задачі ви поверталися декілька разів, наприкінці кожного з фрагментів розв'язку пишеть: "Продовження розв'язку див. після задачі ___".

6. Якщо для відповіді на питання задачі вам видано АРКУШ ВІДПОВІДЕЙ, всі свої відповіді записуйте лише у спеціально відведених для цього місцях на АРКУШІ ВІДПОВІДЕЙ.

7. Для чернетки виділяється друга половина зошиту. Записи в чернетці не перевіряються і не оцінюються.

8. При нестачі паперу звертайтеся до чергового в класі.

9. Викладайте розв'язки завдань зручною для вас мовою. Граматичні помилки не впливають на оцінку роботи.

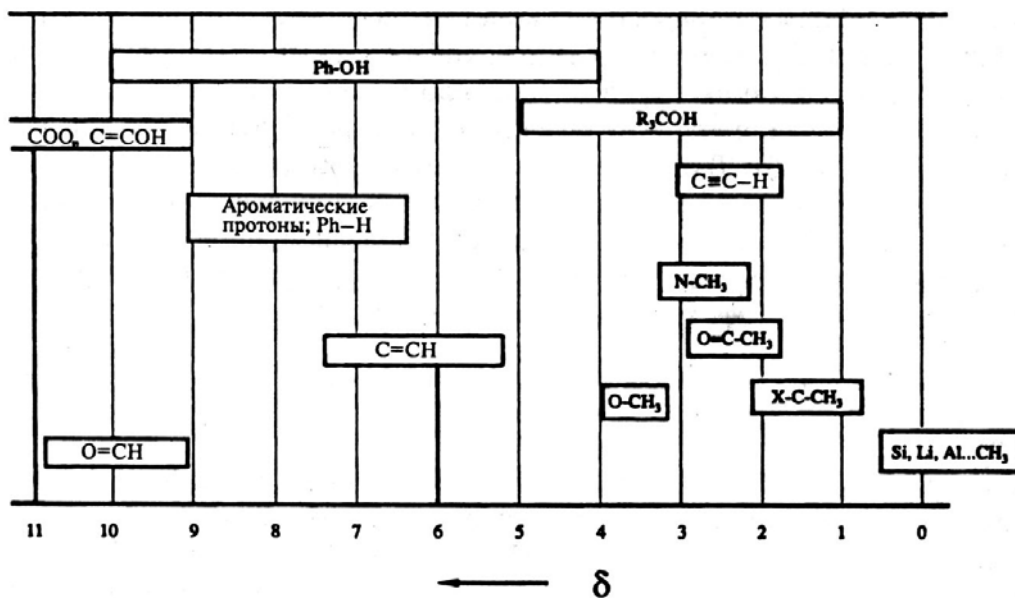
Корисна інформація

стала Авогадро $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹	нормальні умови: 0°C, 1 атм.
заряд електрона $1.6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл	мольний об'єм ідеального газу за н.у. 22.4 л·моль ⁻¹ .
універсальна газова стала $R = 8.314$ Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹	рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона) $PV = nRT$
стала Планка $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с	формула Планка $E = hv$
швидкість світла у вакуумі $c = 3 \cdot 10^8$ м·с ⁻¹	закон Бера-Бугера-Ламберта $A = \epsilon cl$
стала Фарадея $1 F = 96485$ Кл·моль ⁻¹	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{cell}^\circ$
нормальні умови (н.у.): температура 0 °C, тиск 1 атм.	рівняння Нернста $E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\Pi(Ox_i)^{v_i}}{\Pi(Red_i)^{v_i}}$
стандартний тиск 1 Бар = 10 ⁵ Па 1 атм = 1,01325 Бар = 1,01325·10 ⁵ Па = = 760 мм рт. ст.	рівняння Арреніуса $k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$
об'єм сфери $V = \frac{4}{3}\pi r^3$	іонний добуток води $K_w = 10^{-14}$

Періодична система елементів Д.І. Менделєєва

1 H 1.008	2 He 4.003																
3 Li 6.94	4 Be 9.01											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 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	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 -	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	57-71	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 -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	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
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Хімічні зсуви ядер в спектрах ^1H ЯМР

I теоретичний тур

8 клас

Задача 1. Чудові гази

Елементи **A** і **B** утворюють один з одним низку бінарних сполук № 1–7. Вміст **A** у цих сполуках наведено у таблиці:

№ сполуки	1	2	3	4	5	6	7
Масова частка A , %	36,4	53,3	63,1	69,6	69,6	74,1	63,1*

* Існування сполуки 7 теоретично передбачено у 1993 р.; синтезована у 2010 р., стійка при -40°C .

За н.у. сполуки 1, 2, 4 – гази, 3 у значній мірі розкладається, 5 – рідина, 6 – тверда речовина, прості сполуки, утворені елементами **A** і **B**, – гази. Молярна маса сполуки 7 вдвічі перевищує молярну масу сполуки 3.

1. Встановіть невідомі елементи **A** та **B**. Відповідь підтвердіть розрахунками.
2. Запишіть структурні формули сполук №1–6 за н.у. Вкажіть тип гібридизації некінцевих атомів та геометрію частинок.
3. Порівняйте (якісно) розчинність у воді сполук №1–6, у разі протікання хімічних реакцій запишіть їхні рівняння.
4. Вкажіть, чи отруйні речовини 1–6 («так» чи «ні»), зазначте колір зашифрованих сполук.
5. Запропонуйте можливу будову молекули сполуки 7, якщо відомо, що вона містить 2 типи атомів елементу **B**, а дипольний момент молекули дорівнює нулю.

Задача 2. Закон Генрі, або гази теж розчиняються

«...Истинная теория есть вывод опыта, соображение, на опыте построенное, что и составляет сущность практики...»

Д.І.Менделєєв

Протягом тривалої еволюції живі організми пристосувалися до різних умов існування. Одним з найцікавіших та найменш досліджених на даний момент середовищ існування залишається водний світ. У воді присутні ті ж гази, що й у повітрі, але в іншому співвідношенні. Розчинність газів у воді та їх тиск над розчином пов'язані між собою законом Генрі: концентрація розчиненого газу прямо пропорційна його парціальному тиску. Саме наявність розчинених газів у воді і дозволяє існувати живим організмам у водному середовищі.

Дані щодо розчинності основних компонентів повітря у воді при парціальному тиску даного газу 1 Бар та температурі навколишнього середовища 0°C наведено нижче (вказано об'єм газу в мл, який поглинається 1 л дистильованої води):

Таблиця 1

Газ	Розчинність
Азот	42
Аргон	102
Вуглекислий газ	1712
Кисень	53

1. Розрахуйте вміст вуглекислого газу в атмосфері (в мольних та масових частках), якщо за нормальних умов масова частка розчиненого вуглекислого газу становить 0.0001%.

2. Запропонуйте склад газової суміші (в мольних та масових частках), яка складається з чотирьох основних компонентів повітря, якщо при її розчиненні у чистій воді утворюється розчин, в якому масові частки цих газів рівні між собою.

Розчин, насичений повітрям певного лабораторного приміщення за н.у., нагріли. Газ, що виділився, мав склад (в об'ємних частках):

Таблиця 2

Газ	Об'ємна частка
Азот	0,62
Аргон	0,015
Вуглекислий газ	0,015
Кисень	0,35

3. Розрахуйте склад (в масових частках) газової суміші, що виділилася з цього розчину.

4. Розрахуйте склад повітря (в об'ємних частках), яким був насичений даний розчин.

5. Дією сухого льоду вдалося різко охолодити насичений водний розчин аргону (об'єм розчину складає 1 л, а тиск газу над розчином приблизно 1 Бар). В результаті отримали приблизно 650 мг безбарвних кристалів, що містять весь аргон з розчину. Вкажіть найпростішу формулу отриманих кристалів (у сполуці міститься 1 атом аргону). Яка валентність аргону в даній сполуці?

Середню молярну масу повітря вважати рівною 29 г/моль.

Задача 3. Розчинність

У таблиці наведено розчинність оксиду барію у воді:

Температура, °С	0	20	50	80
Розчинність ВаО, г/100г води	1,5	3,84	11,75	90,8

При охолодженні насиченого при 80°C розчину до більш низької температури в осад випадає лише продукт **X** (масові частки $w(\text{Ba}) = 43,49\%$, $w(\text{O}) = 50,79\%$).

1. Розшифруйте **X**.

2. Розрахуйте розчинність $\text{Ba}(\text{OH})_2$ та **X** при 0°C, 20°C, 50°C, 80°C.

3. Яка маса **X** утвориться при охолодженні 100 г насиченого розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ від 70°C до 10°C?

Вважайте температурну залежність розчинності $\text{Ba}(\text{OH})_2$ лінійною від 0°C до 30°C та від 50°C до 90°C. При розрахунках використовуйте значення молярних мас атомів, округлені до цілих чисел.

Задача 4. Дефект маси

Утворення ядра з елементарних частинок пов'язано з помітним зменшенням маси (так званий дефект маси). Це означає, що розглянутий процес повинний

супроводжуватися колосальним енергетичним ефектом. Одній атомній одиниці у дефекті маси відповідає енергія в 931 МеВ. Якщо загальну енергію утворення ядра з елементарних часток поділити на його масу, то отримують величину "ядерної енергії зв'язку".

1. Визначте склад природної міді, що складається з двох нуклідів (^{63}Cu та ^{65}Cu).
2. Відомо, що «однойменні заряди відштовхуються». Чому протони не полишають ядро, відштовхуючись один від одного?

Для міді відома низка нестійких радіоактивних нуклідів. Наприклад, для нукліду ^{64}Cu одночасно перебігають процеси К-захвату, β -розпаду та β^+ -розпаду (позитронний розпад).

3. Напишіть рівняння ядерних реакцій, за якими відбувається розпад нукліду ^{64}Cu .

Для довідки: $m_p = 1,0073$ а.о.м., $m_n = 1,0087$ а.о.м., $m_e = 5,4858 \times 10^{-4}$ а.о.м., «ядерна енергія зв'язку» для природної міді дорівнює 8,6 МеВ/а.о.м, середня атомна маса купруму в природній міді 63,546 а.о.м.

Задача 5. Хімічна історія

Той, хто не знає історії, не готовий пізнати майбутнє...

“Прості” питання

Бал

Астрономія

- 1 Назва цього елемента співзвучна з назвою супутника Сатурну, хоча походження назви пов'язане з міфологією.

- 2 Ці елементи отримали свої назви на честь **трьох** найбільш віддалених планет Сонячної системи.

- 3 Два елементи, названі на честь астероїдів.

Географія

- 4 Відразу 4 елементи отримали свої назви на честь маленького містечка у Швеції поблизу Стокгольма.

- 5 А цей елемент отримав назву на честь самої столиці Швеції.

- 6 Ці 2 елементи назвали на честь Франції.

7 А цей елемент – на честь її столиці.

8 Елемент, названий на честь Росії.

Що приховують назви елементів? (Поясніть походження назв)

9 Гелій _____ Криптон _____
 Неон _____ Ксенон _____
 Аргон _____ Радон _____

10 Самарій _____

Тулій _____

Індій _____

Фосфор _____

Цезій _____

Іридій _____

“Складні” питання

Зпівставте формули і назви речовин:

11 **Сода:** NaOH, Na₂CO₃, Na₂CO₃·10H₂O, NaHCO₃

Кристалічна _____ Питна _____

Каустична _____ Кальцинована _____

12 **Купорос:** Fe₂(SO₄)₃·9H₂O, FeSO₄·7H₂O, ZnSO₄·7H₂O, CuSO₄·5H₂O

Мідний _____ Цинковий _____

Залізний _____ Взагалі _____ не

купорос _____

13 **Селітра:** Ca(NO₃)₂, NaNO₃, KNO₃, NH₄NO₃

Норвезька _____ Аміачна _____

Чилійська _____ Індійська _____

14 **Кислота:** HCl, H₂SO₅, HNO₃, H₂SO₄

Купоросна _____ Каро _____

Мурієва _____ Селітряна _____

15 **Сіль:** NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O, Fe(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O, K₃[Fe(CN)₆], K₄[Fe(CN)₆]

Жовта кров'яна сіль

Червона кров'яна сіль _____

Залізоамонійні _____

галуни _____

Сіль Мора _____

Загальні питання

- 16 Яке дерево можна виростити за 1 день (оливкове, бонсай, сатурнове, залізне)? Напишіть рівняння реакції.

17 Цей елемент відомий людині з давнини, проте за відкриття однієї з його модифікацій була присуджена Нобелівська премія по хімії в 1996 році, а за дослідження властивостей іншої – по фізиці в 2010 році. Назвіть елемент і ці модифікації.

- 18 В давнину люди не вмiли добувати цей метал. Тому доводилося чекати, коли впаде з неба. Що це за метал?

- 19 Єдиний з шести металів платинової групи, який розчиняється в нітратній кислоті.

- 20 У 1825 р. цей метал коштував набагато дорожче за золото і в 1500 разів дорожче ніж залізо, а зараз з нього перестали виготовляти навіть ложки.

Задача 6. Тверда речовина

На сіль MBr_2 масою 8,64 г подіяли надлишком хлору. Утворилося два продукти реакції, серед яких – одна тверда речовина масою 6,5 г. Після розчинення цієї речовини у воді й додавання надлишку HI розчин набув темно-коричневого забарвлення.

1. Визначте елемент M .
2. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Чому концентровані водні розчини йодоводню швидко набувають забарвлення? Чи можливий подібний процес з водним розчином HBr ? З газоподібним HBr на повітрі? Напишіть рівняння реакцій.

4. Уявіть, що вам необхідний кристалічний йод, а в лабораторії з йодовмісних речовин є тільки концентрований водний розчин HI . Запропонуйте швидкий та кількісний метод отримання йоду з концентрованого водного розчину HI . Запишіть рівняння реакцій.

9 клас

Задача 1. Сіль Шліппе

Кип'ятіння суміші, що містить взяті у стехіометричному співвідношенні 2,34 г бінарної солі **A** (масова частка сульфуру 41,08%), 0,64 г дрібнодисперсної сірки та 3,40 г бінарного сульфідів **B**, призводить до утворення лише осаду світло-жовтих кристалів солі Шліппе тетраедричної форми масою 9,62 г (вихід 100%), В солі Шліппе масова частка сульфуру 26,65%.

1. Встановіть формулу сполук **A** та **B** і солі Шліппе, якщо відомо, що молярні маси солей **A** і **B** співвідносяться як $M_A:M_B = 0,2297$.
2. Запишіть рівняння реакції, що відбувається при утворенні солі Шліппе. Поясніть роль кожного компонента в реакційній суміші.
3. Запишіть рівняння взаємодії солі Шліппе з:
а) концентрованою нітратною кислотою;
б) концентрованою хлоридною кислотою при нагріванні.

При розрахунках використовуйте значення атомних мас елементів, наведені в Періодичній системі елементів.

Задача 2. Вуглеводень

Для визначення складу газуватого (за н.у.) нециклічного вуглеводню **A** його певну кількість розділили на дві рівні частини. Одну вичерпно прогідрували, що призвело до утворення сполуки **B**, другу пробромували під дією розчину бромів в CCl_4 при $-10^\circ C$ в темряві й отримали речовину **C**. Співвідношення мас сполук **C** і **B** склало 3,724.

1. Визначте речовини **A**, **B**, **C**.
2. Зобразіть будову всіх можливих ізомерів зашифрованих сполук. Чи всі вони задовольняють умові задачі? Обґрунтуйте відповідь.
3. Наведіть реакцію приєднання HCl до **A**. Зобразіть будову продуктів реакції.
4. Після проведення дослідження речовини **A** речовини **B** та **C** змішали і перевели в газоподібний стан. Визначте середню молярну масу отриманої суміші та масові частки компонентів у суміші.

При розрахунках використовуйте значення молярних мас атомів, округлені до цілих чисел.

Задача 3. Неорганічна кислота

У водному розчині бінарної неорганічної кислоти HA встановлюються дві основні рівноваги:



1. Встановіть формулу кислоти, якщо відомо, що масова частка гідрогену в ній складає 5%.
2. В газовій фазі HA існує у формі циклічного гексамеру. Наведіть його структуру.
3. Запишіть вирази для констант рівноваги K_1 та K_2 та наведіть їх розмірність.
4. Розрахуйте pH розчину HA з концентрацією 1 моль/л, не враховуючи рівновагу гомосупряження.

5. Поясніть, як розраховане вами в п. 4 значення рН співвідноситься з істинним значенням (збігається, є меншим, є більшим).

Задача 4. АБВГД...

Лаборант знайшов закриту банку з напівстертим надписом: "водний розчин...". Вирішивши з'ясувати, яка речовина знаходиться у розчині (сполука **A**), він провів ряд дослідів.

Дія цього розчину на лакмусовий папірець призводила до почервоніння останнього. При стоянні на повітрі розчин поступово набирал бурого кольору. При дії на розчин **A** концентрованим розчином сильної кислоти **B** відбувається виділення бурого газу **B** та утворення прозорого розчину, обережне випаровування якого призводить до одержання безбарвних кристалів сполуки **G**, які при помірному нагріванні розкладаються з виділенням парів речовини **D** та твердої речовини **E** (оксид з масовою часткою кисню 23,95%). Нагрівання **E** до 300°C призводить до утворення газової суміші сполук **Ж** та **З** фіолетового кольору, яка при охолодженні до -20°C знебарвлюється. При цьому відбувається осадження темної кристалічної сполуки **Ж**.

1. Розшифруйте речовини **A** - **З**. Де використовуються речовини **Ж** та **З**?
2. Напишіть рівняння всіх реакцій, згаданих в умові.
3. Чому розчин **A**, залишений в пробірці, стає бурим?
4. Наведіть три принципово різних методи отримання **A**.
5. Відомо, що газ **B** при охолодженні знебарвлюється. Чому?

Задача 5. Бінарні сполуки

Елемент **X** утворює низку бінарних сполук **A** – **G**, молекули яких складаються з чотирьох атомів.

Сполука	A	B	C	D	E	F	G
Масова частка W_x (%)	90,64	74,74	88,38	71,72	45,81	52,59	38,38
Тип гібридизації центрального атома	?	?	?	?	?	?	?
Просторова будова молекули	?	?	?	?	?	?	?

1. Визначте сполуки **A** – **G**, якщо відомо, що сполуки **C**, **D** та **E** складаються з однакових елементів.
2. Визначте тип гібридизації центрального атома в молекулах сполук **A** – **G**.
3. Наведіть просторову будову молекул сполук **A** – **G**.
4. Наведіть рівняння реакцій отримання сполук **A** – **G**.

При розрахунках використовуйте значення молярних мас атомів, округлені до цілих чисел, для хлору – 35, 5 г/моль.

Задача 6. Електроліз

Через дві послідовно з'єднані електролітичні комірки 5 хвилин пропускали електричний струм силою 2 А. У першій комірці знаходився 1 л води, підкисленої розчином сульфатної кислоти, а в другій – 1 л розчину, підкисленого сульфатною кислотою до рН 1. Цей розчин містив 528,1 мг еквімолярної суміші хлоридів X (масова частка хлору 52,73%) та Y.

1. Визначте X та Y, якщо вони є бінарними, а співвідношення молярних мас X/Y складає 1,0375.
2. Напишіть рівняння електрохімічних реакцій, які відбувалися під час електролізу, та розрахуйте маси речовин, що виділилися на електродах (вихід за струмом 100%, перенапругою на електродах знехтуйте).
3. З якого матеріалу могли бути виготовлені електроди для проведення описаних процесів?
4. Складіть дві схеми гальванічних елементів, в одній з яких елемент, що входить до складу Y, був би катодом, а в іншій – анодом.

Задача 7. Що? Де? Коли?

ООН та ЮНЕСКО оголосили 2011 рік Роком хімії, у зв'язку з чим одну з передач „Що? Де? Коли?” присвятили хімічній тематиці. „Знавці” з тріском програли глядачам, оскільки не змогли правильно відповісти на наведені нижче питання. Тепер ви спробуйте надати правильні відповіді.

1. Яку (які) з наведених речовин можна використовувати як індикатори при йодометричному титрування: а) ЕДТА, б) калію бромід, в) фенолфталеїн, г) крохмаль? Чому?
2. Яка (які) з наведених частинок не є нуклеофілом: а) H_2O , б) HO^- , в) H_3O^+ , г) HO^\cdot , д) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{H})=\text{O}$, е) Vr^+ , ж) Vr^- ?
3. Яка (які) з формул можуть відповідати вуглеводням, в яких всі атоми карбону знаходяться в стані sp^3 гібридизації: а) $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, б) C_nH_{2n} , в) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$? Наведіть по одному прикладу відповідних речовин.
4. Каталізатор змінює: а) стан рівноваги, б) швидкість прямої і зворотної реакцій. в) швидкість лише прямої реакції, г) енергію Гіббса, д) ентальпію, е) механізм реакції.
5. Яка (які) з солей при нагріванні не виділяють аміак? а) NH_4Cl , б) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, в) NH_4NO_3 , г) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$?
6. Швидкість реакції між газами А та В з підвищенням температури збільшується, оскільки а) збільшується концентрація молекул; б) підвищується тиск у реакційній суміші, в) зменшується енергія активації, г) збільшується частка активних молекул, що володіють надлишковою енергією.

10 клас

Задача 1. Борани

Газ **A** містить три елементи. При спалюванні 1,000 г **A** утворюється 0,624 г твердого залишку бінарної речовини **X**, 1,204 л (за н.у.) безбарвного газу **Y**, що не знебарвлює підкислений розчин перманганату калію, але поглинається розчином лугу, а на стінках посудини сконденсувалося приблизно 1,45 мл води.

1. Встановіть молекулярну формулу **A**, якщо 1,26 г цього газу при температурі 300 К та тиску $2 \cdot 10^5$ Па займає об'єм 281,6 мл.
2. Запишіть рівняння хімічної реакції згорання **A**.
3. Наведіть структурні формули усіх можливих ізомерів **A**.
4. Запропонуйте спосіб отримання одного (будь-якого) з ізомерів **A**.

Задача 2. Рідкий аміак

При внесенні будь-якого лужного металу у рідкий аміак розчин моментально забарвлюється у блакитний колір. При обережному випаровуванні даного розчину залишається метал у незмінному стані. Відомо, що забарвлення розчину майже не залежить від природи лужного металу (воно змінюється від блакитного до сріблястого), проте суттєво залежить від концентрації лужного металу. Густина утвореного розчину менша за густина чистого аміаку, а електропровідність концентрованих розчинів (більше 3 моль/л) майже не відрізняється від електропровідності чистого металу, який використали для експерименту. При введенні каталізатора до такого розчину починає виділяється газ **X**, і після цього виділити метал вже не вдається.

1. Запишіть рівняння автопротолітичної рівноваги чистого аміаку.
2. Які типи міжмолекулярної взаємодії можливі у рідкому аміаку?
3. Наведіть приклад основи й кислоти в рідкому аміаку. Наведіть приклад реакції нейтралізації у даному розчиннику.
4. Порівняйте силу синільної кислоти в наступних розчинниках: H_2SO_4 , NH_3 , H_2O ?
5. Поясніть принципову відмінність між протонним і апротонним розчинником.
6. Поясніть, чому концентровані розчини з умови задачі проводять електричний струм. Як ви вважаєте, як буде змінюватися електропровідність при зменшенні концентрації металу?
7. Як змінюється провідність чистого металу при зростанні температури?
8. Як буде змінюватися провідність розчину лужного металу невисокої концентрації зі зростанням температури?
9. При внесенні золота до одного з блакитних розчинів, згаданих в умові задачі, утворюється бінарна сполука з масовою часткою золота 59,7%. Наведіть формулу цієї сполуки.
10. Запишіть рівняння утворення газу **X**.

Задача 3. Бромовання

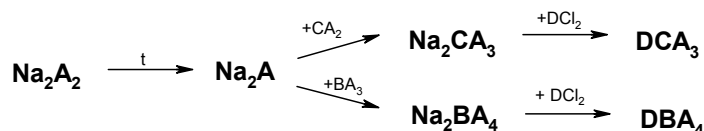
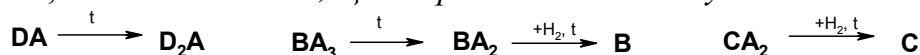
При дії на деякий алкен **X** бромоводню переважно утворюється продукт **Y**₁. Якщо ж реакція відбувається в присутності молекулярного кисню на світлі, можна отримати продукт **Y**₂. **Y**₁ та **Y**₂ легко реагують з бензолом (в присутності хлориду алюмінію), утворюючи в обох випадках однаковий вуглеводень **Z** (т. кип 158 °С), який має важливе промислове значення. Нагрітий до кипіння **Z** вступає у каталітичну

реакцію з киснем, а при обробці утвореного продукту розведеною кислотою отримують дві важливі рідини **A** та **B**, які легко розділюються. Рідина **B** може бути отримана з **Y₁** послідовною дією водного розчину луку та суміші CrO_3 і піридином.

1. Встановіть структури невідомих речовин, якщо $M_{Y_1}/M_X = 2,93$.
2. Поясніть результати реакції алкену з бромоводнем в залежності від умов проведення реакції. Чи відрізняються при цьому механізми?
3. Чому при реакції **Y₁** та **Y₂** з бензолом утворюється єдиний продукт?
4. Який механізм гідролізу проміжного продукту (масова частка кисню 21,05%) окиснення **Z**?

Задача 4. 4 елементи

Чотири елементи **A**, **B**, **C** та **D** мають атомні маси, які відносяться як 1:2:3:4 (відповідність у співвідношеннях – не обов'язкова). Два з цих елементи – неметали, які знаходяться в одній групі (за короткою формою Періодичної системи елементів), переклад назви, якої з латині – *ti*, що спорідненні до металу **D**.



DA	чорна, тверда речовина
D ₂ A	нерозчинна у воді, переводиться в розчин дією водного розчину аміаку
B	тверда речовина, розчинна в розчині луку
Na ₂ BA ₄	біла сіль
C	сплав простої речовини цього елемента з залізом – промислово важливий

1. Розшифруйте елементи.
2. Напишіть рівняння всіх згаданих перетворень.
3. Чи існують ще бінарні сполуки з Na_xA_y крім Na_2A_2 та Na_2A ?

Задача 5. Кінетика окиснення

Вода з природних джерел часто містить солі феруму(II) або мангану(II), які є причиною утворення забарвлених осадів при стоянні такої води на повітрі. Для дослідження таких процесів було проведено модельне окиснення іонів Fe^{2+} в карбонатному буфері. Перебіг реакції контролювали шляхом зважування осаду, який утворювався при стоянні відкритого розчину на повітрі. Результати вимірювання наведено в таблиці. Об'єм розчину дорівнює 1 л, а вихідна концентрація іонів Fe^{2+} становила $6,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Протягом експерименту об'єм розчину, його рН, склад осаду, що випадає та інші істотні параметри залишаються або підтримуються незмінними.

Час, діб	1	2	3	4	25
m(осаду), мг	35,6	57,9	71,8	80,5	95,0

1. Визначте порядок реакції та розрахуйте константу швидкості. Запишіть кінетичне рівняння реакції окиснення Fe^{2+} .
2. Чи може змінитися кінетичне рівняння, якщо реакцію проводити в закритому контейнері? Чому і як?
3. Який склад може мати осад, що утворюється?

Задача 6. Солі

Солі **A** та **B** забарвлюють полум'я пальника в фіолетовий колір.

Чорно-фіолетові кристали солі **A** добре розчиняються в воді з утворенням фіолетового розчину. При нагріванні 0,158 г **A** виділяється 11,2 мл газу **X**. Тверда речовина **C** – один з продуктів розкладу **A** – є каталізатором розкладу солі **B**. Якщо нагрівати 0,245 г солі **B** за наявності сполуки **C**, то утворюється 0,149 г солі **D** та 67,2 мл газу **X** (н.у.). Якщо сіль **B** піддати розкладу без сполуки **C**, то газ **X** виділяється не буде.

Солі **A** та **B** реагують з хлоридною кислотою при цьому в обох випадках виділяється газ **Y** та утворюється сіль **D**.

1. Розшифруйте сполуки **A** – **D** та гази **X** і **Y**.
2. Складіть рівняння реакцій, про які йдеться мова.
3. Складіть рівняння реакцій взаємодії сполуки **C** з хлоридною кислотою.
4. Розрахуйте, яку сіль – **A** чи **B** – більш вигідно використовувати для добування 6 л газу **X**, якщо його вихід складає 89,3%.
5. Які ще способи добування газу **X** в лабораторії вам відомі?
6. Наведіть структурну формулу аніону з складу солі **B**, вкажіть гібридизацію центрального атома і кратність зв'язків. Наведіть структурну формулу речовини **C**.

Задача 7. Електроліз

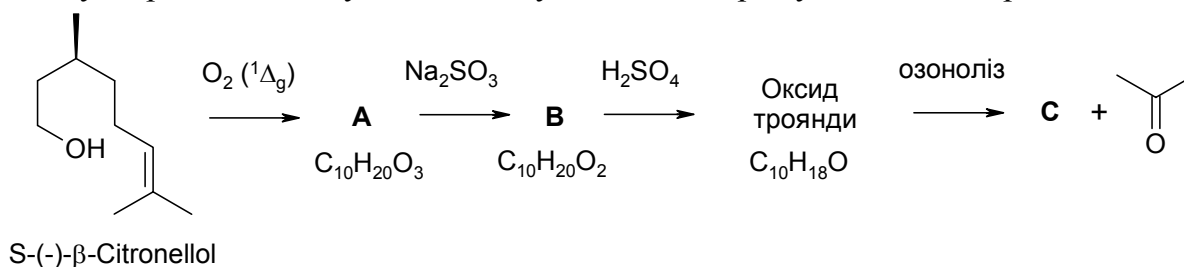
Через дві послідовно з'єднані електролітичні комірки 5 хвилин пропускали електричний струм силою 2 А. У першій комірці знаходився 1 л води, підкисленої розчином сульфатної кислоти, а в другій – 1 л розчину, підкисленого сульфатною кислотою до рН 1. Цей розчин містив 528,1 мг еквімолярної суміші хлоридів **X** (масова частка хлору 52,73%) та **Y**.

1. Визначте **X** та **Y**, якщо вони є бінарними, а співвідношення молярних мас M_X/M_Y складає 1,0375.
2. Напишіть рівняння електрохімічних реакцій, які відбувалися під час електролізу, та розрахуйте маси речовин, що виділилися на електродах (вихід за струмом 100%, перенапругою на електродах знехтуйте).
3. З якого матеріалу могли бути виготовлені електроди для проведення описаних процесів?
4. Складіть **дві** схеми гальванічних елементів, в одній з яких елемент, що входить до складу **Y**, був би катодом, а в іншій – анодом. Запишіть рівняння для розрахунку ЕРС запропонованих вами гальванічних елементів.

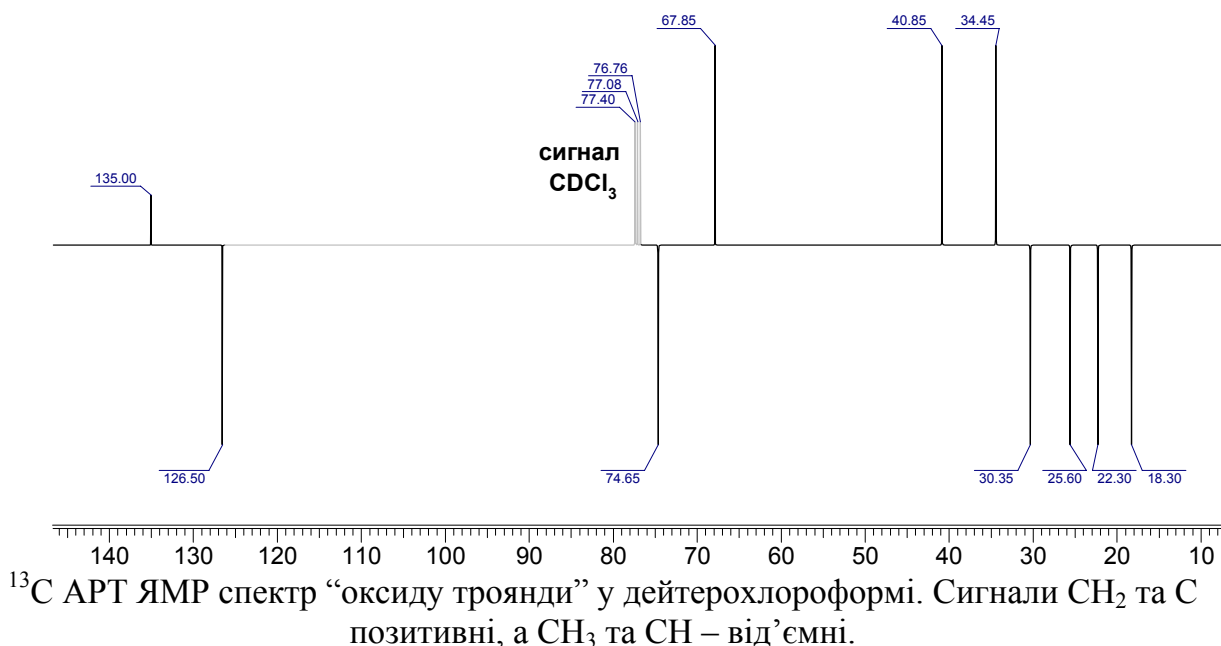
11 клас

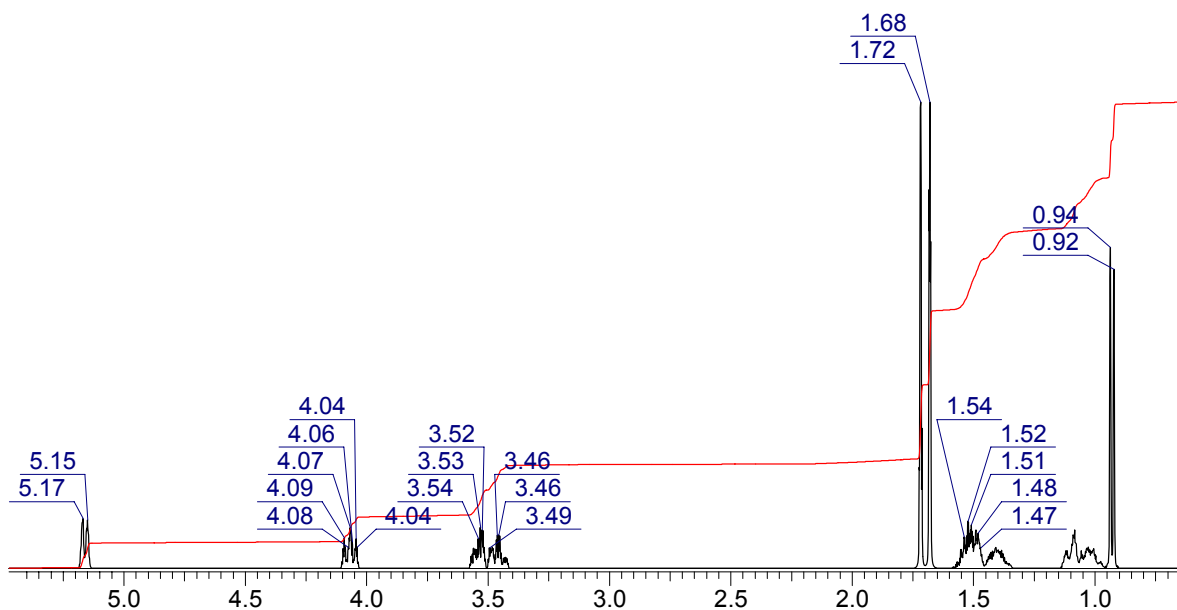
Задача 1. Історія оксиду троянди

Існують історичні свідчення щодо відкриття трояндової олії індійською імператрицею монгольського походження Нур Джихан у XVII ст. Склад трояндової олії був досліджений німецьким хіміком Гюнтером Охлофом у 70-х рр. XX ст. Основним компонентом олії є S-(-)- β -Citronellol, масова частка якого в ній складає до 40%. Але запах олії обумовлюють інші речовини. Одна із них називають “оксидом троянди”, її масова частка в олії не перевищує 0,5%. У 2010 р. хіміки фірми DSM розробили промисловий метод синтезу цієї сполуки із S-(-)- β -Citronellol. Цей метод спрощено описує подана нижче схема. При реакції S-(-)- β -Citronellol із синглетним киснем утворюється сполука А, з якої у дві стадії отримують “оксид троянди”.



1. Розшифруйте формулу “оксиду троянди”, якщо він має *цис*(-) $2S;4R$ -конфігурацію, та при озонолізі дає ацетон та речовину С. Спектри “оксиду троянди” наведено нижче.





^1H ЯМР спектр “оксиду троянди” у дейтерохлороформі.

2. Розшифруйте сполуки **A** та **B**, якщо відомо, що обидві мають тільки по одному хіральному центру.
3. Розшифруйте структуру сполуки **C**. Запропонуйте схему синтезу “оксиду троянди” з **C**.
4. Співвіднесіть сигнали у спектрах ^1H та ^{13}C ЯМР “оксиду троянди”.
5. Наведіть механізм перетворення **B** в “оксид троянди”.
6. Зобразіть діаграму молекулярних орбіталей для триплетної та синглетної молекули кисню, запропонуйте методи генерування синглетного кисню.

Задача 2. Фторуючі агенти

Майже 20% сучасних медичних засобів є флуоровмісними органічними сполуками. Тому розробка нових методів введення атомів флуору в молекули органічних сполук є актуальною як з наукової так і з практичної точки зору. Неорганічну сполуку **A** (масова частка флуору в ній 70,33% F) широко використовують в органічному синтезі як фторуючий агент. За її участю можна здійснити перетворення карбонових кислот, кетонів та спиртів на відповідні трифторо-, дифторо- та монофтопохідні.

1. Визначте сполуку **A**. Запропонуйте просторову будову її молекули.
2. Наведіть по одному прикладу реакцій сполуки **A** з карбоновими кислотами, кетонами та спиртами.
3. Під час реакції сполуки **A** з циклогексаном поряд із основним продуктом утворюється побічна сполука **B**. Яку будову має молекула сполуки **B**, якщо ця сполука реагує з водним розчином KMnO_4 ?
4. Іншим фторуючим агентом є сполука **C** (масова частка флуору в ній 35,36%). Вона утворюється внаслідок реакції сполуки **A** з діетиламіном. Визначте сполуку **C**.
5. Яка сполука є більш активним фторуючим агентом: **A** чи **C**? Чому?

6. Наведіть по одному прикладу реакцій сполуки С з карбоновими кислотами, кетонами та спиртами.

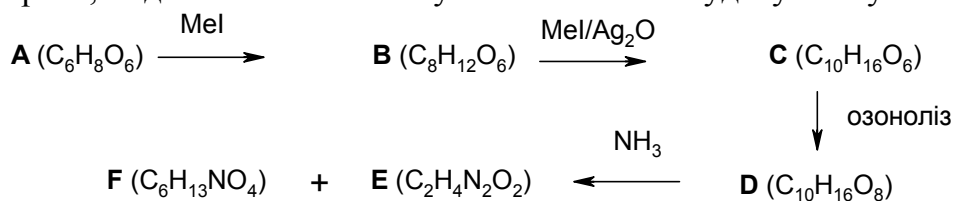
Задача 3. Акумулятор

Петро допоміг батьку зарядити новий свинцевий акумулятор струмом у 10 А впродовж 10 годин (вихід за струмом становив 95%). Як електроліт вони використали 2 кг розчину сульфатної кислоти з її масовою часткою 20%. Після того, як акумулятор було заряджено, Петро підключив його до електролітичної ванни із розчином масою 1 кг, який містив 3,55 г солі А. Під час проходження крізь нього струму силою 0,100 мА впродовж 160 хв. виділилося 0,83 г простої речовини В.

1. Визначте всі зашифровані речовини, напишіть рівняння хімічних реакцій та схеми електродних процесів, якщо відомо, що аніон солі А входить до складу чорного пороху.
2. Визначте масову частку сульфатної кислоти в електроліті після заряджання акумулятора.
3. Вважаючи, що вихід за струмом в електролітичній ванні дорівнює 77%, оцініть витрати електрики при утворенні простої речовини В (в Кл/г).
4. Обчисліть абсолютні та відносні похибки при титруванні 2,5 мл електроліту після завершення електролізу, розведених водою до 50 мл, у присутності а) фенолфталеїну ($pK_{\text{інд}} = 9,4$), б) метилового оранжевого ($pK_{\text{інд}} = 3,40$). Густина електроліту становить 1,245 г/мл, концентрація NaOH – 0.25 моль/л. Для сірчаної кислоти $pK_{a1} = -3$, $pK_{a2} = 1,9$.

Задача 4. Вітамін

Сполука А ($C_6H_8O_6$) є органічною кислотою, сильнішою за оцтову. Це активний відновник, здатний обернено окиснюватися йодом, а також невід'ємна частина харчового раціону людини. Будову молекули кислоти А встановив У. Хеурт, який, зокрема, й за це в 1937 році отримав Нобелівську премію з хімії. Нижче наведено схему перетворень, за допомогою яких і було встановлено будову сполуки А.



Відомо, що F та E є амідами кислот, причому при обробці F натрій гіпохлоритом та подальшому гідролізі (реакція Веєрмана) утворюється 2,3-диметоксипропаналь. Із УФ спектру сполуки А Хеурт зробив висновок про наявність у її молекулі кето-групи, що здатна енолізуватися, та спряженого подвійного зв'язку.

1. Зобразіть структурні формули молекул сполук А - F.
2. Чому А є більш сильною кислотою, ніж оцтова? Зобразіть структурну формулу аніона.
3. Чому кислота А є такою важливою? Що відбувається в організмі людини при її нестачі?

Задача 5. Термодинамічні розрахунки**Частина А**

Для реакції $2I_{(r)} = I_{2(r)}$ температурну залежність константи рівноваги K_p у діапазоні температур 298 – 1000 К можна виразити рівнянням:

$$\lg K_p = -3,815 + 7823/T - 0,5 \cdot \lg T \quad (K_p \text{ виражена в Бар}).$$

1. Знайдіть рівняння залежності ентальпії даної реакції від температури. Розрахуйте значення ентальпії реакції при температурах 300, 700 та 1000 К. Чи змінюється ентальпія з температурою? Чому?

2. Як змінюється константа рівноваги та вихід продукту для цієї реакції а) при збільшенні температури; б) при збільшенні зовнішнього тиску?

3. Розрахуйте концентрацію атомарного йоду (атомів/л) у контейнері об'ємом 2,00 л при $T = 300$ К, якщо до нього внесли кристали йоду (рівноважний тиск йоду над твердою фазою за цих умов становить $4,04 \cdot 10^{-4}$ Бар). Якої інформації не вистачає в умові цього пункту для того, щоб розв'язок був однозначним?

4. Розрахуйте ступінь дисоціації молекулярного йоду при 1000 К, якщо зовнішній тиск становить а) 2 Бар; б) 100 Бар.

5. Запропонуйте імовірний механізм реакції дисоціації йоду. Чи однаковим і яким саме є порядок реакції дисоціації за високого та за низького тиску в газовій фазі? Рішення обґрунтуйте за допомогою виведення відповідного кінетичного рівняння, користуючись методом стаціонарних концентрацій. Який вигляд має кінетичне рівняння за присутності в реакційній суміші молекул деякого інертного газу?

Частина Б

Відомо, що:

ентальпія сублімації натрію $\Delta_{\text{субл}}H^0(\text{Na})$ становить 108,4 кДж/моль,

ентальпія сублімації йоду $\Delta_{\text{субл}}H^0(\text{I}_2) = 66,24$ кДж/моль,

ентальпія йонізації натрію $\Delta_{\text{йон}}H^0(\text{Na}) = 495,8$ кДж/моль,

ентальпія приєднання електрона до атому йоду становить $\Delta_{\text{спорідн}}H^0(\text{I}) = -295,3$ кДж/моль,

ентальпія утворення йодиду натрію $\Delta_{\text{утв}}H^0(\text{NaI}) = -402$ кДж/моль.

6. Що називається енергією кристалічної ґратки йонної сполуки?

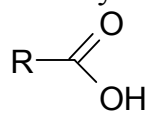
7. Запишіть термохімічні рівняння всіх наведених процесів (використовуйте термодинамічну систему знаків для теплоти процесу).

8. За наведеними даними оцініть значення енергії кристалічної ґратки NaI.

Для довідки: $d \ln K_p / dT = \Delta_r H^0 / RT^2$

Задача 6. Трохи про рН

Карбонові кислоти – сполуки, що містять карбоксильну групу:



, де **R** – певний замісник.

В таблиці наведено значення pK_a для серії деяких карбонових кислот:

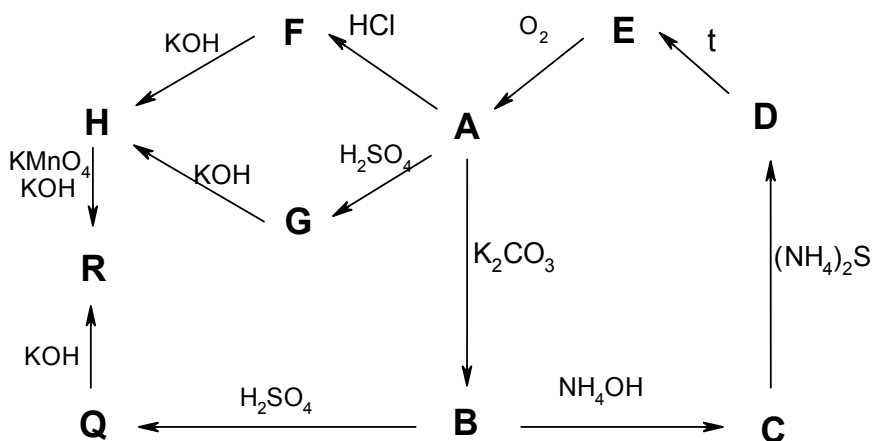
R	CF ₃	H	Ph	CH ₂ OH
pK _a	0,23	3,75	4,20	3,83

1. Поясніть зміну кислотності наведених сполук залежно від природи замісника **R**.
2. Розрахуйте pH розчинів цих кислот з концентраціями 0,01 моль/л.
3. До 20 мл розчину NaHCOO з концентрацією 0,1 моль/л долили 2 мл розчину CF₃COOH з концентрацією 0,5 моль/л. Запишіть рівняння балансу зарядів для утвореного розчину. Розрахуйте pH утвореного розчину.
4. Чому дорівнює pH розчину, що містить дві карбонові кислоти (R = Ph, CH₂OH) у рівних концентраціях 0,1 моль/л?

При розв'язуванні даної задачі прийняти активності частинок рівними їх концентраціям.

Задача 7. Ланцюжок

Мабуть, не існує іншого металічного елемента, який дає таке розмаїття сполук, як елемент **X**. Нижче наведено схему перетворень сполук цього елемента. Речовини **A** та **E** є бінарними сполуками. При спалюванні 1,0000 г речовини **E** утворюється 0,6947 г **A**. Солі **F** та **G** дисоціюють з утворенням двозарядного катіона, а солі **R**, **Q** та **B** мають однаковий якісний склад і містять елемент **X** в однаковому ступені окиснення. До складу аніонів сполук **R** та **B** входить лише один атом **X**, а $M(\mathbf{R}) > M(\mathbf{B})$. $M(\mathbf{Q}) = 1192$ г/моль, а співвідношення молярних мас аніона і сполученого з ним катіона становить 4,094. Молярна маса **C** менша за молярну масу **B** на 21 а.о.м. Після нагрівання солі **D** (масова частка $w(\mathbf{X}) = 21,89\%$), що не містить кисню, при 60 °C в струмені азоту в твердому залишку міститься лише сполука **E**.



Розшифруйте невідомі речовини та напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

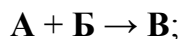
При розрахунках використовуйте значення молярних мас атомів, округлені до цілих чисел.

II тур

8 клас

Задача 1. Твердий, життєдайний, смертельний, шипучий

Між чотирма речовинами **A**, **B**, **B** та **Г** можливі такі перетворення (коефіцієнти у схемах реакцій не вказано):



Відомо, що три з перелічених речовин – гази, а їхні молярні маси відносяться як 1,57 : 1,14 : 1.

1. Встановіть **A–Г**.
2. Запишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Які з речовин **A–Г** небезпечні для людського організму? Чому?
4. Які з наведених реакцій переважно відбуваються при: а) 500 К; б) 1300 К за умови наявності всіх речовин?

Задача 2. Підробка

Одного разу в Німеччині затримали групу злочинців, які підробляли алмази, що використовуються для технічних цілей. Візуально підробку було неможливо відрізнити ні по кольору, ні по міцності. Навіть хімічно вона була більш інертна за алмаз.

На підпільному складі знайшли дві речовини – скловидну речовину **A** та темно-сіру просту речовину **B** з металічним блиском. Ці дві речовини і використовувалися безпосередньо для синтезу «псевдо-алмазу» спіканням.

Якщо взяти стехіометричні кількості речовин: 3,08 г **A** та 1,848 г **B**, то їх взаємодія приводить до утворення 1,232 г «псевдо-алмазу», а як побічний продукт виділяється газ **C** об'ємом 2,957 л (н.у.). При 800°C утворений «псевдо-алмаз» реагує з хлором, при цьому утворюється 10,34 г хлориду **D** та речовина **B**.

1. Яке технічне використання знаходить алмаз?
2. Визначте формули «псевдо-алмазу» та речовин **A–D**, якщо молекула газу **C** має дипольний момент.
3. Які ще алотропні модифікації карбону ви знаєте?
4. Поясніть причину того, що алмаз набагато твердіший за графіт.

Задача 3. Таблиця Менделєєва

У Періодичній системі елементів знайдено багато залежностей. Випробуйте і ви свої сили.

1. Розшифруйте закодовані позначення:

а) F, Cl, Br, **X1**.

б) Ar, Ca, Ti, Cr, Fe, **X2**.

в) H, He, Ne, Cl, O, F, Ar, Kr, Xe, Rn, **X3**.

г) Be, Al, Ge, **X4**, Po.

д) K–Ar, Ni–Co, Te–**X5**.

е) за н.у. серед усіх простих речовин рідкими є лише **X6** та **X7**.

Відповіді поясніть.

2. Напишіть, які сполуки може утворювати **XI** з флуором? Вкажіть геометрію молекул та тип гібридизації центральних атомів.
3. Гідроген знаходиться в 1-й групі Періодичної системи, але сильно походить і на елементи 17-ї групи. Заповніть таблицю, вказавши необхідні величини.

	Гідроген	Елементи 1-ї групи	Елементи 17-ї групи
Електронна будова			
Найбільш притаманна валентність			
Найбільш притаманний ступінь окиснення			
Тип зв'язку у простій речовині та агрегатний стан простої речовини за н.у.			

4. Чому інертні гази названі «інертними»? Чи можуть вони утворювати хімічні сполуки з іншими елементами? Якщо так, наведіть 2 приклади.

Задача 4. Прості перетворення

При підвищеній температурі проста речовина **A** (за н.у. газ) реагує з простою речовиною **B** бурого кольору (за н.у. рідина), утворюючи безбарвну сполуку **B** (за н.у. газ). При взаємодії **B** з газом **Г** утворюються безбарвна сіль **D**. При розчиненні металу **E** у гарячому концентрованому водному розчині речовини **D** поступово виділяється 10,08 л (н.у.) газової фази, що містить гази **A** та **Г**, а маса розчину зменшується на 1,77 г.

1. Розшифруйте невідомі речовини та напишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються, якщо відомо, що густина газу **B** за газом **B** близька до 2.
2. Як у промисловості отримують речовини **A–Г**, **E**? Наведіть по одному рівнянню реакцій.
3. Наведіть будову молекули **Г** та складного іону у сполуці **D**. Вкажіть геометрію частинок та тип гібридизації центрального атома.

Задача 5. Кислота

Двохосновна кислота **X** є сполукою карбону. Масова частка кальцію в середній солі цієї кислоти становить 50,0 %.

1. Визначте формулу кислоти **X**.
2. Зобразіть графічні формули молекули **X** і молекули сполуки **Y**, яка має таку саму хімічну формулу, але іншу, так звану «симетричну» будову (сполуки **X** та **Y** є ізомерами). В обох сполуках карбон виявляє свою найбільш притаманну валентність.
3. Складіть рівняння реакції кальцієвої солі кислоти **X** із водою, якщо вона не є окисно-відновною, а одним із її продуктів є газ.

При розрахунках використовуйте значення молярних мас атомів, округлені до цілих чисел.

Задача 6. Мінерал

Природний мінерал ферроантофіліт містить (масові частки) 0,201% гідрогену, 38,34% кисню, а також елементи Fe та Si. Внаслідок близькості іонних радіусів та

відповідних хімічних властивостей деяка кількість іонів Fe^{2+} в кристалічній ґратці ферроантофіліту може заміщуватись на іони Mg^{2+} без суттєвої зміни параметрів кристалічної ґратки (так зване ізоморфне заміщення). При рівномірному заміщенні в кристалічній ґратці частини іонів Fe^{2+} на Mg^{2+} утворився антофіліт, що містить 16,0% (мас.) маґнію.

1. Виведіть найпростішу формулу мінералу ферроантофіліту, а також формулу вказаного зразку маґнієвмісного антофіліту. Останню формулу представити у виді $(\text{Mg}_{1-a}\text{Fe}_a)_n\text{Si}_m\text{O}_k\text{H}_t$, де чотири нижні індекси – цілі числа.

2. Для виготовлення хімічних приладів, прозорих для ультрафіолетового випромінювання, а також стійких до високих температур, використовують певний мінерал. Скло, виготовлене з цього мінералу, може бути прозорим чи матовим. Як зветься цей мінерал та яка його формула? З чим пов'язана непрозорість скла, що з нього виготовляється? Чи впливає вона на хімічну стійкість скла?

3. Відомо, що силікати є нестійкими до плавикової кислоти та ще до дії деяких хімічних агентів, внаслідок чого скло стає непрозорим та менш стійким механічно. Запишіть рівняння реакції діоксиду силіцію з плавиковою кислотою. Які ще розповсюджені реагенти призводять до суттєвого псування скла? Наведіть 2 приклади.

При розрахунках використовуйте значення атомних мас елементів, наведені в Періодичній системі елементів.

Задача 7. Про хімію

1. Вкажіть, які з перелічених нижче явищ є хімічними: а) плавлення снігу та льоду на дорогах, посипаних сіллю; б) зміна кольору листя на деревах восени; в) гасіння соди оцтом при приготуванні тіста; г) поява на небі райдуги; д) іржавіння Заліза; е) розклад води під дією електричного струму; ж) бродіння соку; з) плавлення сала на гарячій сковороді.

2. Запишіть формули Натрій сульфату, Кальцій сульфату, Маґній сульфату та вкажіть ступені окиснення Сульфуру в цих сполуках.

3. Скільки атомів Гідрогену міститься в 380 г водного розчину з масовою часткою $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 6,0%?

4. Розрахуйте масову частку купруму в сполуці $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_2\text{O}_8$, де $x = 0,022$.

9 клас

Задача 1. Радіуси

Як відомо, радіуси атомів та іонів значною мірою визначають їх хімічну поведінку. Часто для пояснення тих чи інших властивостей цих частинок зовсім не обов'язково знати точне значення їх радіусів. Користуючись гарним знанням Періодичного закону, хімікам вдається розібратися в багатьох питаннях. Давайте і ми спробуємо відповісти на деякі з них.

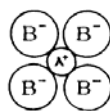
В таблиці наведені значення іонних радіусів металів першої групи:

Іон	Li ⁺	K ⁺	Rb ⁺	Cs ⁺
R, пм	60	133	148	169

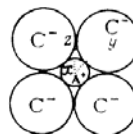
- Оцініть значення радіуса Na⁺. Побудуйте та поясніть залежність іонних радіусів катіонів лужних металів від номера періоду. Чому ця залежність не є лінійною?
- Як змінюються атомні радіуси в ряду Li – Ne? Яка причина цих змін?
- Розрахуйте іонний радіус Ca²⁺, якщо відомо, що між'ядерна відстань для KF становить 266 пм, а для CaF₂ – 232 пм.
- Радіуси яких частинок більше? Чому?
 - Na⁺ і Mg²⁺,
 - Cl і Cl⁻,
 - Ba і Ba²⁺.

На рисунку наведені можливі варіанти октаєдричного оточення (для спрощення аксіальні йони не показані) катіона A⁺ аніонами з різними радіусами.

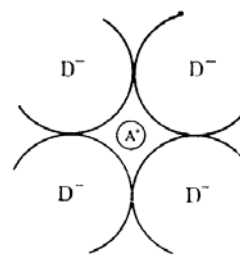
- Яка з наведених структур найбільш стійка? Розрахуйте граничне значення відношення радіуса катіона до радіуса аніона (R₊/R₋), при якому ще можлива октаєдрична координація. Спираючись на свої розрахунки, передбачте, чи можливе координаційне число Ti⁴⁺ шість у TiO₂. R(Ti⁴⁺) = 68 пм, R(O²⁻) = 140 пм.



а



б

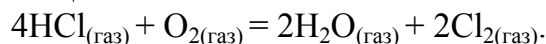


в

- Чи існують бінарні іонні сполуки з різними координаційними числами катіона та аніона? Чим це зумовлено?

Задача 2. Рівновага

До герметичного термостатованого при температурі 625°C реактору ввели 0,8 моль HCl та 0,2 моль O₂. Початковий тиск у реакторі становив 1 Бар. З часом встановилася рівновага реакції



За умов рівноваги парціальний тиск кисню становить 0,077 Бар.

- Запишіть вирази для констант рівноваги даної реакції K_p (через парціальні тиски), K_x (через мольні частки) та для стандартної константи рівноваги K_a. Вкажіть розмірності констант.
- Розрахуйте мольні частки та парціальні тиски газів за умов рівноваги.
- Розрахуйте значення K_p, K_x та K_a даної реакції.

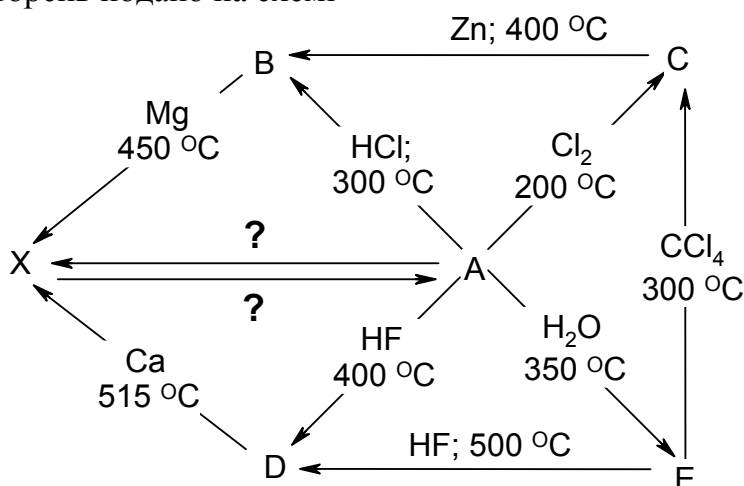
4. Розрахуйте термодинамічні параметри $\Delta_r G^0$, $\Delta_r H^0$ та $\Delta_r S^0$ реакції, якщо відомо, що стандартні ентальпії утворення (вважайте їх незалежними від температури) складають: $\Delta_f H^0(\text{HCl}_{(\text{газ})}) = -91,6$ кДж/моль, $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{газ})}) = -216,3$ кДж/моль.

5. Як вплине на вихід продуктів:

- зменшення об'єму реактору;
- підвищення температури;
- введення каталізатора?

Задача 3. Бінарні речовини

Речовина А є ключовою сполукою для синтезу багатьох похідних елемента Х. Деякі з цих перетворень подано на схемі



Відомо, що сполуки А – Е є бінарними, масова частка Х в А складає 98,7455%, а співвідношення молярних мас $M_C : M_B = 1,103$.

1. Розшифруйте схему, якщо Х має однакові ступені окиснення в Е та С, а при відновленні еквімолярної суміші сполук В та D маса утвореної простої речовини Х менше маси вихідної суміші на 27,70%.

2. Наведіть рівняння реакцій, наведених на схемі, та умови перетворень, позначені знаками питання.

При розрахунках використовуйте значення атомних мас елементів, наведені в Періодичній системі елементів.

Задача 4. Дзеркальна бінарність

Бінарні речовини Х і Z мають однаковий якісний, але «дзеркальний» кількісний склад. При взаємодії з хлороводнем газу Х утворюється біла кристалічна речовина, що покриває нальотом скло витяжних шаф в багатьох хімічних лабораторіях. Розчин надзвичайно вибухонебезпечної речовини Z може бути отриманий обережним окисненням нітритом натрію в кислому середовищі бінарної речовини Y. Водні розчини Y отримують в промисловості окисненням гіпохлоритом натрію речовини X. Відомо також, що концентрований розчин хлоридної кислоти та Z подібний до "царської горілки", а найважливішу роль у вивченні сполуки Z відіграв Т. Курциус.

1. Розшифруйте речовини Х, Y і Z, приведіть рівняння згаданих хімічних реакцій. Які хімічні перетворення відбуваються у підкисленому водному розчині нітриту натрію? у водному розчині речовини Y?

2. Наведіть структурні формули молекул речовин **X**, **Y** і **Z**, вкажіть тип гібридизації некінцевих атомів.

3. Що таке "царська водка"? Чим обумовлена її надзвичайно висока хімічна активність? Запропонуйте рівняння для реакції, що відбувається у концентрованому розчині хлоридної кислоти та речовини **Z**, що пояснює схожість цієї суміші з "царською водкою".

Задача 5. Переможці надр

У відомому романі «Победителі надр» фантаста Григорія Адамова (1886-1945) розповідається про експедицію науковців, які відправилися у надра землі для побудови підземної теплової станції. Під час експедиції у них виникла проблема уткання газу **B** в кабіні. От деякі уривки цієї події:

«... Володя захопив в ладоши.

– Вот это – работа!

Он не мог усидеть на месте. Что-то подмывало его, вызывало желание прыгать, скакать, кричать, петь, смеяться.

– Я буду учёным! – кричал он в каком-то упоении. – Я буду геологом! Я буду учёным-геологом! Во что бы то ни стало! Нина, слышишь? Это будет очень весело!

Он пустился в пляс, вскрикивая и размахивая руками. Малевская громко смеялась. Щеки у неё порозовели, глаза вспыхивали.....

.... Волна веселья захватила и Брускова. Забыв про свою болезнь, с покрасневшими ушами и блестящими глазами, он схватил оказавшуюся под рукой стеклянную колбу и, стуча по ней изо всех сил ложкой, заорал диким голосом что-то, отдалённо напоминающее боевую ирокезскую песню. Его неудержимо тянуло присоединиться к пляске.....».

Існує чимало методів добування газу **B**. Газ **B** можна отримати з оксигеновмісної солі **A**. 0,24 г солі **A** при нагріванні утворює 0,0672 л (н.у.) газу **B** та іншу речовину **C** у мольному співвідношенні 1:2. Масова частка гідрогену в солі в сім разів менша, ніж одного з елементів. При взаємодії солі **A** з хлоридною кислотою утворюється речовина **D**, яка в чистому виді є відомим сильним окисником, який при розкладі утворює газ **B**. Речовина **C** активно реагує з галогенами. Газ **B** безбарвний і важчий за повітря.

1. Визначте невідомий газ **B** та інші зашифровані речовини, якщо молекула **B** не має дипольного моменту.

2. Напишіть рівняння реакцій.

3. Напишіть ще 4 реакції отримання газу **B**.

Задача 6. Солі бувають різні

Неорганічна сіль **A** – безбарвні кристали, що забарвлюють полум'я пальника у фіолетовий колір. Наважку **A** масою 2,000 г обробили надлишком сильноокислого розчину речовини **B**. При цьому утворилося 1,097 л (за н.у.) забарвленого газу **C** (проста речовина) з дуже різким запахом. При нагріванні до 500°C у присутності каталізатора сіль **A** повністю розкладається, при цьому утворюється сіль **F** (маса **F** менше маси **A** на 39,17%) та газ **D**.

1. Розшифруйте речовини **A** – **F**, якщо відомо, що відношення молярних мас $M_C / M_D = 2,216$.

2. Запишіть рівняння згаданих в умові реакцій.

3. При нагріванні солі **A** без каталізатора втрата маси менша, ніж 39,17%. Поясніть, чому.
4. Де використовуються солі **A** та **F** ?
5. Яка тривіальна назва **A** ?
6. Як реагує **A** з концентрованим розчином H_2SO_4 ; S ; P_2O_3 ? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

При розрахунках використовуйте значення атомних мас елементів, наведені в Періодичній системі елементів.

10 клас

Задача 1. Електрофільне заміщення

Ароматичні вуглеводні (арени) порівняно легко вступають у реакції електрофільного заміщення (S_EAr), але такі реакції потребують тривалого нагрівання та дуже часто відбуваються неселективно. Наприклад, при дії на толуол суміші HNO_3/H_2SO_4 (активним компонентом цієї суміші є частинка I_1 , в якій масова частка кисню 69,56%), утворюються три ізомерні речовини: X_1 (58,4%), X_2 (37,2%), X_3 (4,4%).

1. Встановіть молекулярну формулу речовин X , якщо відомо, що масова частка карбону в них 61,31%.
2. Запропонуйте структурні формули $X_1 - X_3$ та поясніть відповідні виходи цих сполук.
3. Розшифруйте структурну та молекулярну формулу частинки I_1 та запропонуйте механізм утворення X .
4. Запишіть рівняння утворення I_1 та поясніть роль HNO_3 та H_2SO_4 у цій суміші.

При взаємодії толуолу з сумішшю неорганічної кислоти Y та H_2SO_4 (під час реакції в даній суміші генерується частинка I_2 , подібна за складом до I_1 , але вміст кисню в ній 38,55%) утворюються переважно вуглеводень Y_1 .

5. Встановіть формулу кислоти Y та частинки I_2 . Запишіть рівняння її утворення.
6. Яку структуру має Y_1 (молекулярна формула $C_{14}H_{14}$, у ПМР спектрі є сигнали: синглет 2,09 м.ч. (3H), синглет 3,8 м.ч. (2H), мультиплет 7,05 – 7,12 м.ч. (5H), дублет 7,25 м.ч. (2H), дублет 7,35 м.ч. (2H))? Який можливий механізм її утворення?

Задача 2. Вуглеводень

При спалюванні 0,26 г вуглеводню X , пара якого в 52,03 рази важча за гелій, утворюється 448 мл (н.у.) діоксида карбону та 0,18 г води. Єдиним продуктом окиснення вуглеводню X кислим розчином біхромату натрію є органічна кислота Y із загальною формулою $R(CO_2H)_n$ (R – вуглеводневий залишок). Для нейтралізації 33,2 мг цієї кислоти потрібно 4,00 мл розчину $NaOH$ з концентрацією 0,10 моль/л. За даними спектроскопії ЯМР в молекулах як вихідного вуглеводню, так і кислоти містяться лише два структурно нееквівалентні протони.

1. Визначте емпіричні формули (брутто-формули) X та Y і запропонуйте будову зашифрованих сполук.
2. Скільки стереоізомерів матиме монобромпохідна X , якщо бромовання проводити в умовах реакції електрофільного заміщення? Чому? Зобразіть ці ізомери.

Задача 3. Сірководень

Залежність концентрації розчиненого в воді H_2S ($c(H_2S)$) від парціального тиску цієї речовини в газовій фазі ($p(H_2S)$) описує закон Генрі $c(H_2S) = K \cdot p(H_2S)$. Вода з деякого природного джерела, насичена сірководнем при тиску 5 Бар під землею, "закипає" при виділенні на поверхню за рахунок різкого виділення H_2S . Цей газ можна було б використовувати як паливо, але згорання H_2S супроводжується виділенням шкідливого і небезпечного продукту – SO_2 . Проте в

деяких умовах можливе "екологічно-безпечне" згорання H_2S , що дає виділення 264,8 кДж на 1 моль цієї речовини.

1. Розрахуйте, скільки тепла може виділитися при "екологічно-небезпечному" і "екологічно-безпечному" згоранні H_2S , що спонтанно виділяється при "закипанні" 1 л джерельної води, якщо $K = 0,15$ моль/(л·Бар).

2. Напишіть рівняння реакції "екологічно-безпечного" згорання H_2S і підтвердіть свою думку розрахунком.

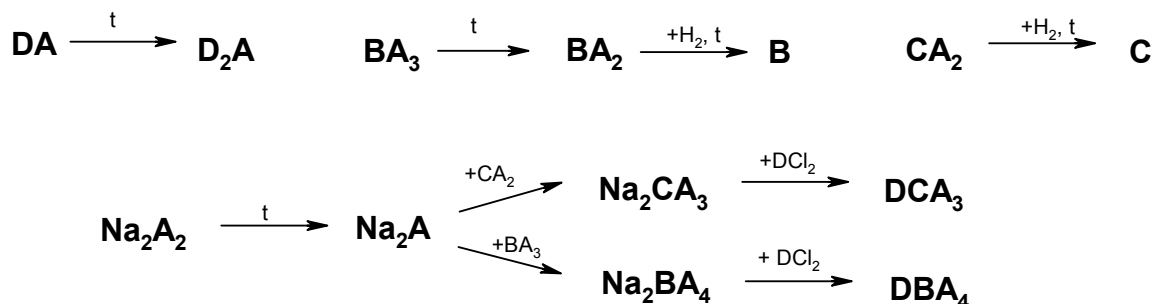
Для довідки

	S	H_2	H_2O	H_2S	SO_2
$\Delta_f H_{295}^0$, кДж/моль	0	0	-285,8 (р)	-21,0	-296,9
S_{295}^0 , Дж/(моль·К)	31,9	130,52	70,1	205,7	248,1

Вважайте, що термодинамічні характеристики не залежать від температури, а теплові ефекти приводяться для стану, коли вода конденсується в рідку фазу. Вважайте, що густина усіх розчинів однакова.

Задача 4. Ще 4 елементи

Чотири елементи **A**, **B**, **C** та **D** мають атомні маси, які відносяться як 1:2:3:4 (відповідність у співвідношеннях – необов'язкова). Два з цих елементи – неметали, які знаходяться в одній групі (за короткою формою Періодичної системи елементів), переклад назви, якої з латині – *ті, що спорідненні до металу D*.



DA	чорна, тверда речовина
D_2A	нерозчинна у воді, переводиться в розчин дією водного розчину аміаку
B	тверда речовина, розчинна в розчині лугу
Na_2BA_4	червона сіль
C	сплав простої речовини цього елемента з залізом – промислово важливий

1. Розшифруйте елементи.
2. Напишіть рівняння всіх згаданих перетворень.
3. Чи існують ще бінарні сполуки з Na_xA_y , крім Na_2A_2 та Na_2A ?

Задача 5. Добуток розчинності

Юний Хімік задумав отримати фотографічний папір, для чого вирішив покрити шматочок фільтрувального паперу тонким шаром AgCl . Він приготував рівно 2 л розчину AgNO_3 , розділив цей розчин на дві точно однакові частини і додав до однієї з

них 1 мл розчину з масовою часткою NaCl 0,1 % (дослід А), а до другої – 1 мл розчину з масовою часткою KCl 0,1 % (дослід В). Проте лише в досліді А утворився осад. Цей осад Юний Хімік відфільтрував, а прозорий фільтрат з досліді А разом з прозорим розчином з досліді В відніс до хімічної лабораторії, де з'ясували, що в фільтраті з досліді А концентрація іонів Ag^+ становить $1,16 \cdot 10^{-5}$ моль/л, а в розчині з досліді В – $1,32 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

1. Виходячи з даних задачі розрахуйте добуток розчинності $K_{\text{so}}(\text{AgCl})$. Вважайте, що густина усіх розчинів дорівнює 1 г/мл.

2. Чому осад AgCl випав в досліді А, і не випав в досліді В? Відповідь підтвердить розрахунком.

3. Чи може фільтрувальний папір з осадом AgCl використовуватися як фотопапір для звичайної фотографії? Відповідь обґрунтуйте.

Задача 6. Чадний газ

Чадний газ завжди вважали отрутою. Але нещодавно з'ясувалося, що дуже малі домішки його у повітрі, яким дихає людина, можуть попереджати чи навіть лікувати інсульт головного мозку. Дослідники визначили, що миші, які до інсульту дихали повітрям, що містило CO в концентрації 225 ppm (за об'ємом), отримали набагато менше пошкоджень нервових клітин, аніж ті, що дихали чистим повітрям.

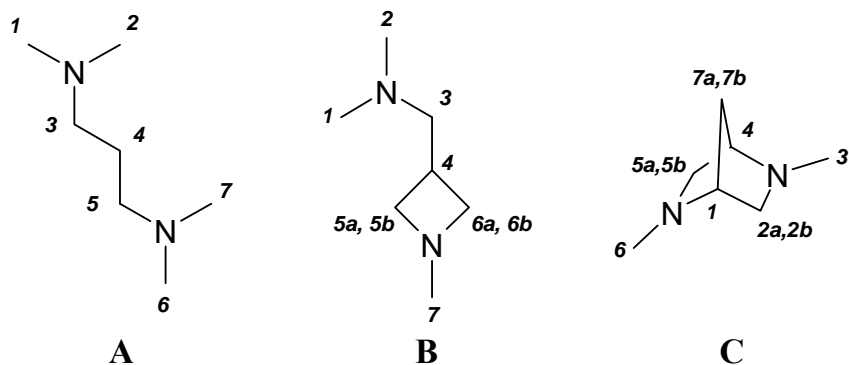
Чадний газ у концентраціях, більших 800 ppm, викликає задуху й отрує людину.

1. Розрахуйте, яка концентрація чадного газу буде в лабораторії загальним об'ємом 80 м^3 , якщо дослідники одержували чадний газ нагріванням 135,5 г жовтої кров'яної солі з надлишком сірчаної кислоти у відкритій колбі при виключених витяжних шафах.
 2. Напишіть рівняння реакцій розведеної і концентрованої сірчаної кислоти з жовтою кров'яною сіллю. Відомо, що в першому випадку утворюється сіль X (молярна маса 132 г/моль) і CO, у другому – деяка дуже отруйна кислота Y. Решта продуктів реакції ідентична.
 3. Запропонуйте механізм гідролізу Y.
 4. Чи перевищить концентрація CO в лабораторії небезпечну?
 5. Яким методом можна виявити чадний газ у повітрі? Яким методом можна визначити його кількісно?
 6. Чи порушили правила техніки безпеки дослідники в ході цього експерименту?
 7. Чи знаєте ви ще методи отримання CO в лабораторії і промисловості?
- Для довідки: 1 ppm – мільйонна частка (0,0001%), всі умови нормальні.

11 клас

Задача 1. Амінокислоти

Нижче наведено ^1H ЯМР спектри трьох діамінів А – С. Встановіть, який зі спектрів відповідає кожному з діамінів. Проведіть також якомога повніше співвіднесення та вкажіть мультиплетність сигналів у спектрах. Для відповіді використовуйте форму, що додається, та нумерацію груп протонів, наведену нижче.



Примітка: При співвіднесенні сигналів враховуйте той факт, що деякі з пронумерованих груп протонів можуть бути еквівалентними.

Форма для відповідей

Спектр № 1

Сполука: _____

Хімічний зсув	3,15	2,85	2,48	2,31	2,22	1,92
Мультиплетність						
Номер(и) протонів						

Спектр № 2

Сполука: _____

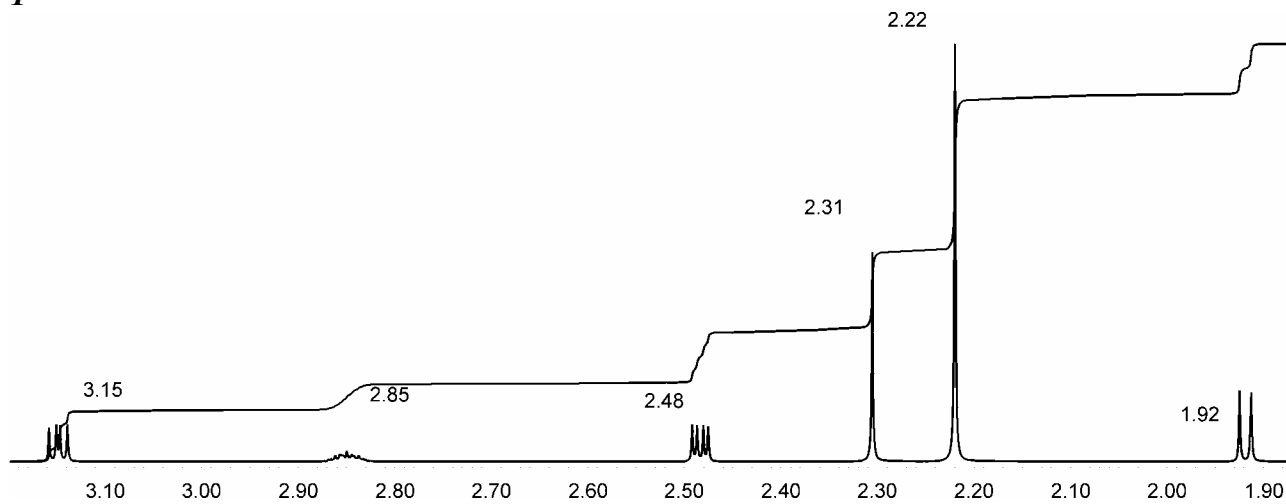
Хімічний зсув	3,02	2,56	2,34	1,80	1,40
Мультиплетність					
Номер(и) протонів					

Спектр № 3

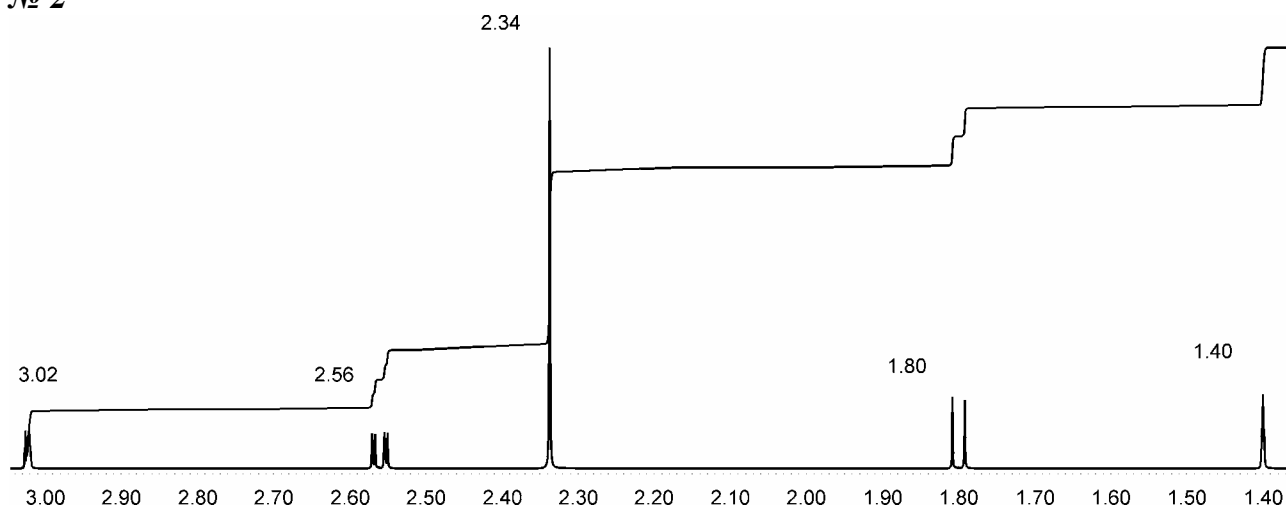
Сполука: _____

Хімічний зсув	2,30	2,29	1,92
Мультиплетність			
Номер(и) протонів			

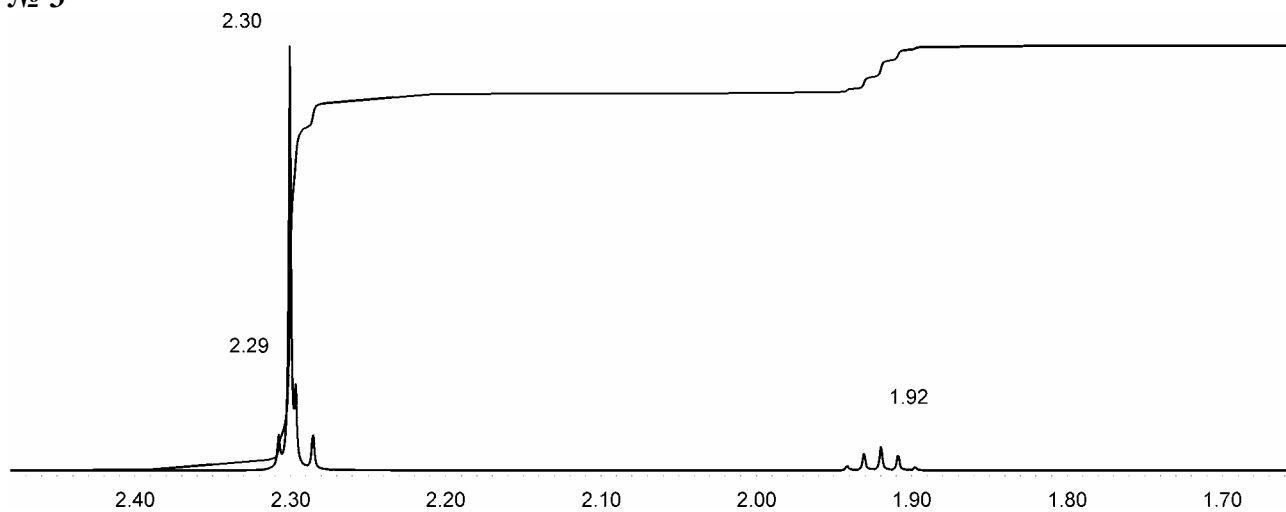
№ 1



№ 2

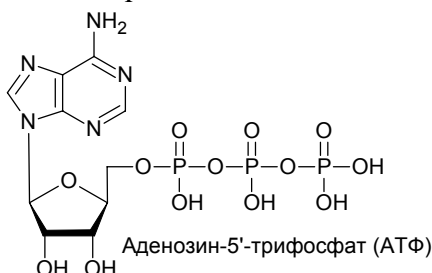


№ 3



Задача 2. АТФ

60 років тому Фріц Альберт Ліпман показав, що основним переносником енергії у клітині є АТФ. Енергія, що виділяється при аеробному окисненні 1 молекули глюкози до вуглекислого газу (ентальпії утворення та абсолютні ентропії речовин, що приймають участь у відповідній реакції наведені в таблиці), акумулюється 38 молекулами АТФ. $\Delta_r G^0$ для реакції гідролізу АТФ становить -50 кДж/моль.



Відомо також, що здорова людина масою 70 кг повинна отримувати з їжею в середньому 2800 ккал на добу.

1. Наведіть лінійну та циклічні таутомірні форми глюкози, вкажіть хіральні атоми та кількість оптичних ізомерів.

2. Оцініть порядок константи рівноваги реакції окиснення глюкози. Чому глюкоза може протягом тривалого часу зберігатися на повітрі?

3. Розрахуйте ефективність метаболічних процесів, тобто ККД акумулювання енергії у АТФ. Чому виділяється багато енергії при гідролізі АТФ? Наведіть механізм гідролізу АТФ до АДФ.

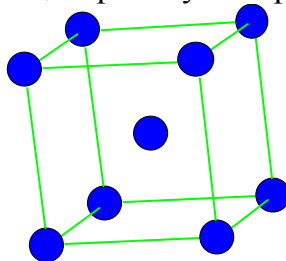
4. Скільки грамів АТФ синтезується щоденно в організмі середньостатистичної людини? Як пояснити отримане значення, якщо в організмі реально міститься лише 50 г АТФ?

5. Визначте мінімальну концентрацію розчину глюкози, що має температуру 20°C , яка забезпечить компенсацію витрат організму на нагрів цього розчину до температури тіла ($36,6^\circ\text{C}$). Теплоємність розчину вважати рівною 4190 Дж/(кг·К).

	Глюкоза	$\text{CO}_2(\text{r})$	$\text{O}_2(\text{r})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{p})$
$\Delta_f H^0$, кДж/моль	-1273,3	-393,5	0	-285,8
S^0 , Дж/(моль·К)	212,1	213,8	205,2	69,95

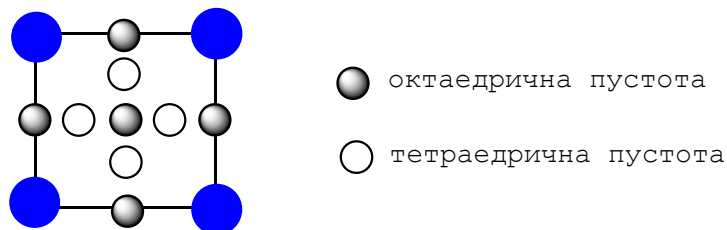
Задача 3. Комірка

Деякий метал **М** має об'ємноцентровану комірку.



Параметр елементарної комірки $a_0 = 3,15$ Å.

Така комірка має два види міжвузельних позицій (пустот) – тетраедричну та октаедричну.



● октаедрична пустота

○ тетраедрична пустота

При дифузії неметалу **A** в комірку металу **M** він займає лише тетраедричні пустоти, а неметал **B** займає лише октаедричні пустоти. Густина зразку, в якому атоми **A** займають 5% тетраедричних пустот дорівнює 10232 кг/м^3 , а зразку, в якому неметал **B** займає 1,8% октаедричних пустот дорівнює 10269 кг/м^3 .

- Скільки на одну елементарну комірку припадає: а) атомів металу **M**, б) октаедричних, в) тетраедричних пустот?
- Розрахуйте відстані в одиницях елементарної комірки (a_0) між центром пустоти та центрами атомів, які її оточують, для октаедричної та тетраедричної пустоти.
- Знайдіть невідомий метал **M** та невідомі неметали **A** та **B** вважаючи, що при проникненні цих елементів в порожнини кристалічної ґратки металу параметр елементарної комірки не змінюється. Врахуйте, що **A** і **B** – неметали I-III періодів Періодичної системи. Врахуйте, що відбувається проникнення не молекул, а атомів.
- Поясніть, чому для атомів **A** характерне проникнення саме в тетраедричні пустоти, а для атомів **B** – в октаедричні пустоти.

Деякі величини неможливо визначити експериментально або досить часто експерименти дають різні результати. Така проблема виникає при визначенні енергії проникнення атомів в метал. На допомогу стають квантово-хімічні розрахунки. За допомогою розрахунків ab initio широкоживаною Віденською програмою VASP були розраховані енергії матриці металу, ізольованих атомів **A** та **B**, а також енергії системи – атом **A** чи **B** в матриці металу в позиції окта та тетра. Данні розрахунків дивіться у таблиці:

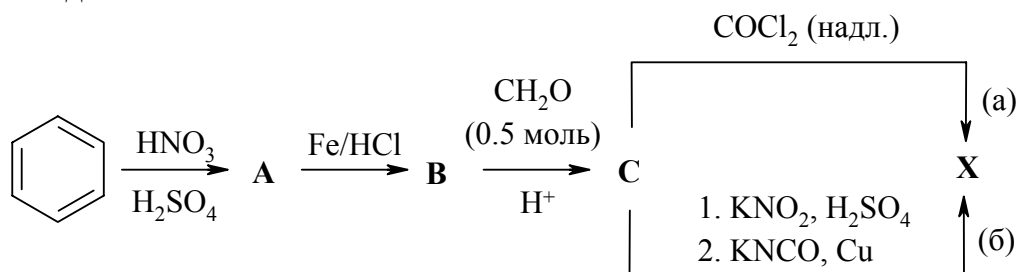
	E, eV
Матриця металу M	-344,51
Ізольований атом A	-1,23
Ізольований атом B	-0,42
Атом A в тетраедричній пустоті в матриці M	-350,22
Атом B в тетраедричній пустоті в матриці M	-355,91
Атом A в октаедричній пустоті в матриці M	-349,93
Атом B в октаедричній пустоті в матриці M	-356,89

- Розрахуйте енергії проникнення атомів **A** та **B** в тетраедричні та октаедричні пустоти.

При розрахунках використовуйте значення атомних мас елементів, наведені в Періодичній системі елементів.

Задача 4. Піна

Бурхливий розвиток хімії високомолекулярних сполук на початку ХХ сторіччя призвів до появи нових типів будівельних матеріалів. Нині кількість мономерів, що знаходять використання, швидко зростає, постійно з'являються нові полімерні композиції. Речовина **X** є основою однокомпонентної поліуретанової монтажної піни. Її добувають двома способами:



1. Встановіть будову молекул речовин, позначених літерами, якщо в ПМР-спектрі **X** наявні лише три сигнали.
2. Який з наведених методів є промисловим, а який лабораторним? Поясніть свій вибір.
3. Опишіть хімічні процеси, що протікають при твердненні піни (робочі поверхні попередньо рекомендують змочити).
4. Наскільки вірне вживання назви "поліуретанова..." до затверділої піни?

Задача 5. Рацемізація

Одним з інструментів енантіомерного збагачення сумішей є так звана *хімічна деградація рацемату*: процес, у якому один з енантіомерів перетворюється на продукти швидше за інший. Цей метод, зокрема, є дуже потужним у випадку ензиматичних процесів.

Енантіомерний надлишок (en) енантіомерної суміші – це величина переваги енантіомеру у суміші з рацематом, який у випадку надлишку (R)-ізомеру визначається рівнянням:

$$en = \frac{[R] - [S]}{[R] + [S]}$$

де [R] і [S] – мольні частки енантіомерів.

1. Зобразіть у проєкціях Фішера та у вигляді (R) та (S)-ізомерів молекулу амінокислоти фенілаланіну.
2. Запропонуйте три зручних способа визначення *en* у суміші енантіомерів фенілаланіну.

Задача 6. Новий електроліт

В якості електролітів у літій-іонних хімічних джерелах струму широко використовуються гексафтороарсенат, гексафторофосфат, перхлорат і тетрафтороборат літію. Оскільки гексафтороарсенати високотоксичні, гексафторофосфати чутливі до слідів води, перхлорати вибухонебезпечні, а тетрафтороборати мають низьку провідність, то високо актуальною задачею є пошук нових електролітів. Ці речовини повинні бути хімічно інертними, добре розчинними у

неводних розчинниках, термічно стабільними, а також нетоксичними і вибухобезпечними.

Для синтезу однієї з таких речовин взяли 55,8 г ортоборної кислоти, 37,8 г літій гідроксиду моногідрату і 226,8 г дигідрату щавелевої кислоти. Після поетапного змішування водних розчинів реагентів, упарювання розчину і нагріву сухого залишку було отримано речовину **X** білого кольору. Продукт синтезу розділили на три рівні частини, які були перекристалізовані з ацетонітрилу, ацетону і 1,2-діметоксітану. При тривалому висушуванні під вакуумом маси перекристалізованих зразків зменшилися на 30,75 г, 23,19 г і 27,01 г, відповідно.

1. Поясніть чутливість гексафторофосфат-іонів до присутності слідів вологи. Запишіть відповідне рівняння хімічної реакції.

2. Визначте речовину **X**. Наведіть рівняння хімічних реакцій, що лежать в основі синтезу, відобразіть його стадійність. Обчисліть масу продукту **X** (вважати, що реакція перебігає кількісно).

3. Опишіть геометричні властивості аніона, що входить до складу речовини **X**, вкажіть тип гібридизації некінцевих атомів.

4. Вкажіть тип гібридизації некінцевих атомів у складі молекул розчинників, використаних для перекристалізації.

5. Встановіть якісний та кількісний склад перекристалізованих зразків до висушування під вакуумом і після.

Рекомендації з підготовки до IV етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії

Опубліковано в газеті „Хімія. Шкільний світ”, № 32 (608), листопад 2009 р.

Рекомендації розроблено з урахуванням змісту програми для загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням хімії та силабусу Міжнародних хімічних олімпіад.

Перелік основних питань, у відповідності з якими готуються комплекти завдань IV етапу олімпіади, списки рекомендованої літератури та корисних веб-джерел сприятимуть самостійному навчанню майбутніх учасників олімпіад і допоможуть учителям належним чином організувати позакласні заняття.

Задачі, що стосуються питань, включених до програми для молодших класів, можуть входити до комплекту задач і для старших класів.

Загальна та неорганічна хімія**8 клас**

1. Фізичні й хімічні процеси. Прості і складні речовини. Гетерогенні й гомогенні суміші. Розчини. Способи розділення сумішей (седиментація, флотація, просіювання, екстракція, магнітна сепарація, декантація, центрифугування, дистиляція, фільтрування, сорбція). Кількісний склад сумішей (масові, мольні, об'ємні частки).

2. Будова атома. Субатомні частинки. Іони. Типи радіоактивного випромінювання. Нуклонне число і нукліди. Ізотопи стабільні та радіоактивні. Радіоактивний розпад хімічних елементів. Ядерні реакції і період напіврозпаду. Дефект маси. Біологічна дія радіоактивного випромінювання.

3. Періодичний закон Д.І. Менделєєва і Періодична таблиця елементів. Залежність властивостей елементів від їх розташування в періодичній таблиці. Розміри атомів та іонів. Енергії іонізації, спорідненість до електрона, електронегативність. Взаємодія світла з речовиною. Будова електронної оболонки атома. Енергетичні рівні й підрівні, послідовність їх заповнення електронами. Принцип мінімальної енергії. Правило Клечковського, принцип Паулі, правило Хунда.

4. Хімічний зв'язок, його характеристики. Ковалентний та іонний типи зв'язку. Орбіталі та їх гібридизація. Просторова будова молекул та іонів. Модель Гіллеспі. Будова речовини у конденсованому стані. Кристалічні ґратки – молекулярні, атомні, іонні, металічні. Координаційне число, елементарна ячейка. Залежність властивостей речовин від типів кристалічних ґраток.

5. Кількість речовини, моль. Розрахунки з використанням сталої Авогадро. Масові частки елементів у сполуках. Визначення хімічної формули речовини за даними про його кількісний елементний склад. Розрахунки за рівняннями хімічних реакцій. Розрахунки за рівняннями реакцій, якщо реагенти містять домішки. Розрахунки за рівняннями паралельних реакцій. Розрахунки за рівняннями послідовних реакцій.

6. Молярний об'єм ідеального газу. Закон Дальтона. Закон об'ємних відношень, закон Гей-Люссака, рівняння Менделєєва-Клапейрона. Розрахунки складу газових сумішей, в яких відбуваються хімічні реакції.

7. Основні класи неорганічних сполук та генетичний зв'язок між ними. Уявлення про координаційні сполуки, кристалогідрати.

8. Хімія елементів першого, другого та третього періодів. Хімія гідрогену, карбону, нітрогену, кисню, лужних та лужноземельних металів, галогенів, халькогенів, типових представників перехідних елементів. Фізичні і хімічні властивості води. Водневий зв'язок.

9. Хімічний посуд. Основні операції хімічного синтезу та аналізу.

10. Основи аналітичної хімії. Гравіметрія. Якісний аналіз катіонів і аніонів у розчинах.

Загальна, неорганічна, фізична та аналітична хімія

9 клас

1. Поняття про еквівалент. Розрахунки із застосуванням закону еквівалентних відношень.

2. Ступінь окиснення. Окисники, відновники. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій.

3. Поняття про енергетику хімічних реакцій. Закон збереження енергії. Перетворення енергії під час хімічних реакцій. Внутрішня енергія і тепловий ефект, ентальпія. Екзо- та ендотермічні реакції. Термохімічні рівняння. Закон Гесса. Теплоти утворення та горіння речовин, наслідки із закону Гесса. Розрахунки за термохімічними рівняннями. Тепловий ефект розчинення.

4. Початкові поняття хімічної кінетики. Швидкість хімічної реакції. Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин. Закон діючих мас. Залежність швидкості реакції від температури і природи реагуючих речовин. Поняття про енергетичний бар'єр, активований комплекс, енергію активації. Залежність швидкості реакції від наявності каталізатора і від площі поверхні зіткнення реагуючих речовин. Поняття про ланцюгові реакції. Каталіз. Каталізатори та інгібітори. Теорія проміжних сполук. Загальні відомості про гомогенний і гетерогенний каталіз.

5. Початкові поняття про хімічні рівноваги. Оборотні (рівноважні) та необоротні (нерівноважні, спонтанні) процеси. Константа хімічної рівноваги. Порушення рівноваги внаслідок зміни концентрації будь-якої з речовин, що беруть участь у реакції, тиску і температури. Принцип Ле Шательє. Констан-

та рівноваги, виражена через парціальні тиски (K_p). Розрахунки рівноваг у газовій фазі.

6. Розчини. Способи вираження концентрації розчину. Масова частка розчиненої речовини. Молярна концентрація розчиненої речовини. Молярна концентрація еквівалентів речовини. Розчинність газів та твердих речовин. Закон Генрі. Розв'язування розрахункових задач, пов'язаних з розчинністю речовин і складом розчинів. Закон Генрі. Закон Рауля.

7. Електролітична дисоціація кислот, лугів, солей. Електроліти і неелектроліти. Механізми дисоціації речовин з іонним і полярним ковалентними зв'язками. Хімічні властивості кислот, основ, амфотерних сполук, солей у світлі уявлень про електролітичну дисоціацію. Іонні реакції у розчинах. Іонні рівняння реакцій. Поняття про ступінчасту дисоціацію. Ступінь дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Гідроліз. Константа рівноваги, виражена через молярні концентрації (K_c). Іонний добуток води. Константи дисоціації кислот та протонування основ. рН розчину. Визначення рН розчину за допомогою індикаторів. Буферні розчини. Комплексоутворення у розчинах. Константи рівноваги реакцій комплексоутворення. Добуток розчинності. Розрахунки рівноваг у розчинах. Теорії кислот та основ Бренстеда-Лоурі та Льюїса.

8. Початки електрохімії. Електрохімічні процеси. Поняття про електродний потенціал. Гальванічний елемент. Запис схеми гальванічного елемента. Визначення рН розчину електрометричним методом. Електроліз. Закони Фарадея. Електрохімічний еквівалент речовини. Розрахунки на основі використання законів Фарадея.

6. Хімія металічних елементів. Хімія неметалічних елементів.

7. Основи титриметричного аналізу. Обладнання для здійснення титриметричного аналізу. Кислотно-основне титрування. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Пряме й обернене титрування.

10-11 класи

1. Теорія хімічного зв'язку. Основи квантово-хімічного опису хімічного зв'язку. Резонанс та резонансні структури. Делокалізація електронів, хімічний зв'язок у полієнах та ароматичних сполуках. Електронна та просторова будова і властивості координаційних сполук. Класифікація, номенклатура, ізомерія, забарвлення й магнітні властивості комплексів. Використання методів валентних схем та молекулярних орбіталей для опису електронної будови. Кислоти та основи Льюїса. Жорсткі і м'які основи за Пірсоном.

2. Основи термодинаміки. Система та її стани. Термодинамічні компоненти системи. Внутрішня енергія системи. Теплота та робота. Ентальпія, ентропія, енергія Гіббса. Ізохорний, ізотермічний, ізобарний, адіабатичний, процеси. Критерії самочинного перебігу спонтанних процесів. Термодинаміка фазових переходів. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Фазові діаграми стану. Правило фаз Гіббса, умови рівноваги між фазами. Константа

рівноваги, виражена через мольні частки (K_x). Стандартна константа рівноваги (K^0). Зв'язок між константами рівноваги K^0 , K_p , K_x , K_c . Ізотерма хімічної реакції Вант-Гоффа. Залежність констант рівноваги від температури. Розрахунки рівноважного складу. Методи визначення молекулярних мас: криоскопія, ебуліоскопія, осмометрія.

3. Розподіл речовини між двома рідкими фазами, що не змішуються. Константа і коефіцієнт розподілу. Екстракція. Рівноваги в екстракційних системах.

4. Поверхневі явища та наноситеми. Вплив розмірів частинок на особливості їхніх хімічних властивостей та реакційну здатність. Колоїдні розчини. Поверхнево активні речовини. Міцели.

Явище адсорбції. Адсорбційна рівновага. Ізотерма Ленгмюра.

Наночастинки, наноструктури, наноматеріали. Засоби стабілізації наночастинок та їх асоціатів.

Фулерени. Їхні будова та хімічні властивості.

5. Електрохімія. Термодинамічні параметри хімічної реакції, що відбувається в гальванічному елементі. Робота гальванічного елемента. Класифікація електродів (I та II роду, газові, окисно-відновні) та електрохімічних кіл (хімічні, концентраційні). Залежність електрорушійної сили та потенціалів електродів від концентрації (активності) потенціаловизначаючих іонів, рівняння Нернста.

6. Хімічна кінетика. Механізм реакції, прості та складні реакції. Кінетичні криві, кінетичні рівняння. Порядок реакції та методи його визначення. Константа швидкості реакції, період напівперетворення. Молекулярність елементарних реакцій та її зв'язок із порядком реакції. Інтегрування кінетичних рівнянь для реакцій різних порядків. Складні реакції. Паралельні реакції. Послідовні реакції. Оборотної реакції. Аналіз механізмів реакцій із використанням квазістаціонарного наближення.

Ферменти, їх склад і механізм дії. Кінетичні схеми і механізми ферментативних реакцій. Багатосубстратні реакції. Вплив температури і рН на швидкість ферментативної реакції. Індуктори й інгібітори; інактивація ферментів. Використання іммобілізованих ферментів.

7. Фізичні і фізико-хімічні методи дослідження й аналізу.

Електрохімічні методи аналізу: потенціометрія, кондуктометрія, амперметрія.

Оптичні методи аналізу.

Принципи і види хроматографії.

Інфрачервона спектроскопія, інтерпретація ІЧ-спектрів.

Спектроскопія магнітного резонансу. Поняття про ЕПР-спектри. ЯМР-спектроскопія: причини виникнення сигналу, інтенсивність та хімічний зсув, тонка структура ЯМР-спектрів; спин-спінова взаємодія (константи спин-спінової взаємодії та мультиплетність сигналу).

Мас-спектрометрія (принцип методу, молекулярні іони, фрагментація).

Рентгеноструктурний аналіз. Закон Бреґґа.

8. Принципи функціонування хімічних виробництв. Хімічна та металургійна промисловість. Виробництво сірчаної, фосфорної, азотної кислот, лугів, содових продуктів, металів, добрив. Основні поняття та принципи „зеленої хімії”.

9. Окисно-відновне титрування. Осаджувальне титрування. рН-метричне титрування. Закон Ламберта-Бера. Колориметричний та спектрофотометричний аналіз.

10. Значущі цифри, похибки при аналітичних визначеннях та їх оцінка, перенос похибок при непрямим вимірюваннях. Побудова графіків.

Органічна хімія

9-10 класи

1. Будова органічних сполук. Основні типи зв'язків в органічних сполуках; σ - та π -зв'язки. Взаємодія валентних електронів. Полярність зв'язків. Індуктивний та мезомерний взаємний вплив атомів та груп атомів у молекулах органічних сполук.

2. Ізомерія. Типи ізомерії органічних сполук. Поняття про конфігурацію та конформацію. Хіральність. Типи хіральності органічних сполук. Енантіомери й діастереомери. Поняття про оптичну активність органічних сполук. Номенклатура органічних сполук, в тому числі *цис*-, *транс*- та оптичних ізомерів (*R,S*-номенклатура).

3. Механізми органічних реакцій. Реакції заміщення. Нуклеофільне заміщення біля насиченого атома вуглецю. Механізми S_N1 та S_N2 . Електрофільне приєднання до кратного зв'язку. Електрофільне приєднання до спряжених дієнів. Механізм нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку.

Радикали та їх реакції. Методи утворення вільних радикалів. Просторова будова й стабільність радикалів. Реакції, що контролюються симетрією. Реакції циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Реакції 1,3-біполярного приєднання. Сигматропні перегрупування.

4. Вуглеводні. Насичені вуглеводні (алкани). Гомологічний ряд та ізомерія алканів. Властивості алканів. Добування та застосування алканів. Циклоалкани. Стереохімія циклоалканів C_3 - C_7 . Поліциклічні насичені вуглеводні – декалін і адамантан, їх стереохімія та хімічні властивості. Ненасичені вуглеводні. Етилен та його гомологи (алкени). Фізичні та хімічні властивості, електронна будова алкенів. Утворення та стабільність карбокатионів. Дієнові вуглеводні та полієни. Бутадієн, ізопрен, аллен. Взаємодія електронів π -зв'язків у дієнах (кон'югація), зміщення електронної густини в кон'югованих системах атомів, вплив на хімічні властивості дієнів. 1,2- та 1,4-приєднання електрофілів. Ацетилен та його гомологи (алкіни). Електронна будова і хімічні властивості алкінів.

5. Галогенопохідні вуглеводнів. Будова галогенопохідних вуглеводнів; полярність зв'язку карбон – галоген. Добування, хімічні властивості галогенопохідних вуглеводнів. Нуклеофільне заміщення при sp^3 -гібридизованому атомі карбону. Застосування галогенопохідних вуглеводнів у побуті та в органічних синтезах. Добування та застосування металоорганічних сполук.

6. Спирти. Гомологічний ряд і номенклатура спиртів. Водневі зв'язки у спиртах. Синтез, хімічні властивості й застосування спиртів. Багатоатомні спирти. Етери, їх добування, хімічні властивості.

7. Уявлення про високомолекулярні органічні сполуки. Поняття мономеру та елементарної ланки полімеру. Добування полімерів методом полімеризації.

Органічна хімія та біохімія

11 клас

1. Ароматичні вуглеводні (арени). Бензол та його гомологи. Поняття ароматичності та антиароматичності. Небензоїдні ароматичні системи. Номенклатура ароматичних вуглеводнів. Хімічні властивості аренів. Нуклеофільне та електрофільне заміщення в ароматичних сполуках. Добування та застосування ароматичних вуглеводнів. Взаємоперетворення насичених, ненасичених та ароматичних вуглеводнів.

2. Феноли. Взаємний вплив атомів у молекулі фенолу і пов'язані з цим його хімічні властивості. Кислотність фенолів. Добування фенолів.

3. Альдегіди та кетони. Номенклатура альдегідів та кетонів, будова їх молекул. Хімічні властивості альдегідів та кетонів. Синтез і застосування альдегідів і кетонів.

4. Карбонові кислоти та їх похідні. Номенклатура карбонових кислот, будова їх молекул; карбоксильна група. Хімічні властивості карбонових кислот. Мурашина, оцтова, стеаринова, бензойна, щавлева, янтарна та лимонна кислоти. Синтез і застосування карбонових кислот. Аспірин.

Похідні карбонових кислот: ангідриди, хлорангідриди, естери та аміді, їх добування й хімічні властивості. Солі карбонових кислот. Мила та мийні засоби.

5. Нітрогеновмісні органічні сполуки.

Аміни, поширеність у природі, номенклатура. Будова молекул амінів. Метиламін, триетиламін та анілін. Хімічні властивості амінів: реакції з кислотами (зіставлення з аміаком) та ангідридами кислот, галогеналканами. Четвертинні амонійні солі. Синтез та застосування амінів.

Нітроалкани та нітроарени, їх хімічні властивості та застосування. Оксими, гідрозони, нітрили, гідроксамові кислоти, азиди та гідразиди.

6. Сульфуровмісні органічні сполуки. Тіоли і меркаптани, їх хімічні властивості й добування. Алкіл- і арилсульфофосфати та їх естери. Хімічні властивості й добування.

7. Гетероциклічні сполуки. Поширеність гетероциклічних сполук у природі, їх застосування. Ароматичні п'яти- та шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Їх синтез та хімічні властивості. Порівняння їх електронної будови і хімічних властивостей з бензолом.

8. Макроцикли: порфірини, краун-етери, криптанди, карцеранди, каліксарени, катенани, ротоксани тощо. Принципи темплатного синтезу.

9. Синтетичні та природні барвники, їх основні класи та застосування. Індиго, метилоранж, флуоресцеїн, флавоноли й халкони. Ціанінові барвники. Принципи залежності кольору органічної сполуки від її будови.

10. Ціанетилювання. Реакція Міхаеля. Реакції по карбонільній групі. Приклади приєднання до карбонільної групи спиртів, тіолів, ціановодню, HSO_3 , гідрид-іону. Реакція Мейервейна-Понндорфа. Реакція Канніцаро. Ацилоїнова конденсація. Приклади реакцій приєднання-відщеплення. Реакції з похідними аміаку. Гідроліз естерів. Приєднання нуклеофілів із вуглецевим центром. Взаємодія з металоорганічними сполуками. Приєднання ацетилід-іонів. Альдольна конденсація. Реакція Перкіна. Реакція Кневенагеля та Штоббе. Естерна конденсація Кляйзена. Бензоїнова конденсація. Бензилове перегрупування. Реакція Віттіга. Стереоселективність реакцій приєднання до карбонільної групи.

Реакції елімінації та їх механізми. Стереохімія процесів елімінації. Правила Зайцева та Гофмана. Стабільність, структура й перегрупування карбокатионів. Секстетні перегрупування. Реакції карбаніонів. Тавтомерні перетворення. Реакції приєднання та елімінації: карбоксилювання і декарбоксилювання. Приклади реакцій заміщення: дейтеро-водневий обмін, реакція Раймера-Тімана. Реакції окиснення.

11. Основні класи природних органічних сполук. Амінокислоти, пептиди, білки, склад їх молекул. Структури двадцяти природних амінокислот. Поширеність у природі. Хроматографія та електрофорез амінокислот. Взаємозв'язок будови молекул із фізичними властивостями. Хімічні властивості амінокислот. Синтез L-амінокислот та пептидів. Аналіз амінокислотної послідовності в пептидах. Структурні рівні організації білкових молекул. Денатурація і ренатурація білків. Методи виділення білків. Метаболізм білків. Чотири шляхи перетворення амінокислот у живих організмах. Практичне застосування амінокислот, пептидів та білків. Аспартам. Желатин. Роль АТФ у механізмах дії ферментів.

Вуглеводи. Поширеність у природі та застосування. Основні принципи процесу фотосинтезу вуглеводів, стадії темнова та світлова. Шляхи перетворення вуглеводів в організмі до молочної кислоти та етанолу. АТФ-баланс. Моносахариди, олігосахариди, полісахариди. α -D- і β -D-Глюкопіранози. Фруктоза. Три типи проекцій моносахаридів: Фішера, Хеурта і сучасний тип. Дисахариди: мальтоза, целобіоза, лактоза й сахароза, склад їх молекул. Крохмаль і целюлоза.

Нуклеїнові кислоти. ДНК, РНК та їх складові. Рибоза та дезоксирибоза. Піримідинові та пуринові основи. Компліментарність основ і будова молекули ДНК. Будова й склад хромосоми. Реплікація ДНК, транскрипція генів, механізм синтезу білка. Мутації генів. Генна інженерія.

Жири та ліпіди. Тригліцериди, фосфоліпіди, гліколіпіди. Гліцери- та сфінголіпіди. Хімічний синтез і біосинтез ліпідів. Метаболізм ліпідів. Ліпосоми й ліпопротеїни. Будова клітинної мембрани. Транспорт речовин через мембрану.

Вітаміни А-Е, Р та їх роль у життєдіяльності організмів. Стероїди: статеві гормони, жовчні кислоти, преднізолон. Терпени: камфора, ментол, валідол. Складові парфум. Антибіотики: пеніциліни, тетрацикліни. Алкалоїди груп хініну, кофеїну та нікотину. Їх практичне використання. Простагландини і їх практичне значення. Інсектициди та гербіциди. Репеленти й аттрактанти. Регулятори росту рослин.

12. Високомолекулярні сполуки. Синтетичні, природні та штучні полімери. Полімеризація і поліконденсація – основні методи синтезу полімерів. Регулярні та нерегулярні полімери. Типові представники полімерів різних класів. Синтетичні волокна. Проблеми утилізації відпрацьованих полімерних матеріалів та відходів.

13. Промислове виробництво органічних сполук. Природні джерела органічної сировини. Нафта, її склад, переробка та застосування нафтопродуктів. Паливно-мастильні матеріали. Природний та супутній нафтовий газ, їх склад, переробка та застосування продуктів переробки. Синтез-газ. Вугілля та його хімічне використання. Кокс.

Рослинна сировина в хімічних виробництвах. Біотехнології у виробництві хімічних сполук. Біосинтези етанолу, сахарози, фруктози та пеніциліну.

14. Якісний елементний аналіз. Реакції на функціональні групи. Визначення температури плавлення. Використання тонкошарової хроматографії, вибір елюентів.

Вибрана література для підготовки до IV етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії

Підручники і навчальні посібники

Загальна і неорганічна хімія

1. Кузьменко Н.Е., Еремін В.В. Химия. 8-11 классы. Пособие для средней школы. М.: Экзамен, 2002.
2. Еремін В.В., Кузьменко Н.Е., Луїн В.В., Дроздов А.А., Теренін В.И. Химия. 10 класс (профильный уровень). М.: Дрофа, 2008.

3. Кузьменко Н.Е., Еремін В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. В 2 т. 14-е изд. М.: Экзамен, 2008 (або попередні видання).
4. Браун Т., Лемей Г. Химия в центре наук. – М.: Мир, 1983.
5. Крестов Г.А., Березин Б.Д. Основные понятия современной химии. Л.: Химия, 1986.
6. Попель П.П. Складання рівнянь хімічних реакцій. К.: Рута, 2000.
7. Ахметов Н.С. Неорганическая химия. 7-е изд. М.: Высшая школа, 2009 (або попередні видання).
8. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ. М.: Химия, 2000.
9. Турова Н.Я. Таблицы-схемы по неорганической химии: учебно-справочное издание. М.: МЦНМО, 2009; Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М., 1997.
10. Дей М. К., Селбин Дж. Теоретическая неорганическая химия. 3-е изд. М.: Химия, 1976.
11. Коулсон Ч. Валентность. М.: Мир, 1965
12. Кэмпбелл Дж. Современная общая химия. В 3 т. М.: Мир, 1975.
13. Шрайвер Д., Эткінс П. Неорганическая химия. В 2 т. М.: Мир, 2009.
14. Реми Г. Курс неорганической химии. В 2 т. М.: Мир, 1972.
15. Некрасов Б.В. Основы общей химии. В 2 т. 4-е изд. М.: (або 3-тє вид., 1973).
16. Фиалков Ю.Я. Не только в воде. Л.: Химия, 1976.
17. Холин Ю.В., Слета Л.А. Репетитор по химии. Харьков: Фолио, 1998.

Фізична і колоїдна хімія

18. Физическая химия. В 2 кн.: Учебное пособие для вузов / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. М.: Высшая школа, 1995.
19. Яцимирський В.К. Фізична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. Київ; Ірпінь: Перун, 2007.
20. Эткінс П., де Паула Дж. Физическая химия. В трех частях. М.: Мир, 2007.
21. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия. М.: Мир, 1978.
22. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991.
23. Грей Г. Электроны и химическая связь. М.: Мир, 1967.
24. Драго Р. Физические методы в химии. В 2 т. М.: Мир, 1981.
25. Еремін В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. М.: МЦНМО, 2007.
26. Жданов В.П. Скорость химической реакции. Новосибирск: Наука, 1986.
27. Ферми Э. Термодинамика. Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1973.
28. Голиков Г.А. Руководство по физической химии. М.: Высшая школа, 1988.

29. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. 2-е изд. М.:Химия, 1989.

Аналітична хімія

30. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. М.: Мир, 1979.
31. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. М.: Химия, 1979.
32. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 т. 3-е изд. М.: Дрофа, 2005 (або попередні видання).
33. Мейтис Л. Введение в курс химического равновесия и кинетики. М.: Мир, 1984.
34. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978.
35. Батлер Дж. Ионные равновесия. М.: Химия, 1973. 446 с.

Органічна хімія і біохімія

36. Петров А.А., Бальян Х.В., Троценко, А.Т.; Органическая химия. Учебник для ВУЗов. СПб: Иван Федоров, 2003 (або попередні видання).
37. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. В 2 т. 2-е изд. М.: Мир, 1978.
38. Шабаров Ю. С. Органическая химия. М., 1996. Т. 1, 2.
39. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001.
40. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
41. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974.
42. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. 4-е изд. М.: Химия, 1991 (або попередні видання).
43. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973.
44. Марч Д. Органическая химия: реакции, механизмы и структура. Углубленный курс. В 4-х т. М.: Мир, 1987-1988.
45. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. В 2 т. М., 1981.
46. Потапов В.М. Стереохимия. М.: Химия, 1988.
47. Ковтуненко В.О. Загальна стереохімія. Київ: Невтес, 2001,
48. Сергеев Н. М. Спектроскопия ЯМР (для химиков-органиков). М., 1981.
49. Пивоваренко В.Г. Основы біоорганічної хімії. Підручник для 11 класу загальноосвітньої школи з поглибленим вивченням хімії. 2-ге вид. К.: Освіта, 1998 (або 1-ше вид., 1995).
50. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. в 3-х т. М.: Мир, 1980.

Збірники задач

51. Айлетт Б., Смит Б. Задачи и упражнения по неорганической химии. М.: Мир, 1967.
52. Будруджак П. Задачи по химии. М.: Мир, 1989.

53. Неділько С. А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія: Задачі та вправи. К.: Либідь, 2001.
54. Адамович Т.П., Васильева Г.И., Попкович Г.А., Улазова А.Р. Сборник упражнений и усложненных задач с решениями по химии. Минск: Высшая школа, 1979.
55. Гольдфарб Я.Л., Ходаков Ю.В. Сборник задач и упражнений по химии. М.: Просвещение, 1979.
56. Николаенко В.К. Сборник задач по химии повышенной трудности. М.: МИРОС, 1996.
57. Свитанько И.В. Нестандартные задачи по химии. М.: МИРОС, 1995.
58. Олимпиады по химии. Сборник задач / И.И. Кочерга, Ю.В. Холин, Л.А. Слета, О.А. Жикол, В.Д. Орлов и С.А. Комыхов. Харьков: Ранок, 2002; Олімпіади з хімії. Збірник задач всеукраїнських, обласних, районних олімпіад з розв'язаннями, вказівками, відповідями / І.І. Кочерга, Ю.В. Холін, Л.О. Слета та ін. Харків: Ранок, Веста, 2004.
59. Слета Л.А., Холин Ю.В. 2002 задачи по химии. 2-е изд. Ростов-на-Дону, Феникс, 2006 (або 1-ше вид. Харьков: Фолио, 2003).
60. Лунин В. В., Ненайденко В. Г., Рыжова О. Н., Кузьменко Н. Е. Химия XXI века в задачах Международных Менделеевских олимпиад, М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006.
61. Еремин В.В. Задачи международных химических олимпиад (2001-2003). М.: Экзамен, 2004.
62. Задачи всероссийских олимпиад по химии. Под ред. В.В. Лунина. М.: Экзамен, 2003.
63. Всероссийская химическая олимпиада школьников. Под ред. Г.В. Лисичкина. М.: Просвещение, Учебная литература, 1996.
64. Слета Л.О., Чорний А.В., Холін Ю.В. 1001 задача з хімії з відповідями, вказівками, розв'язками. Харків: Ранок, 2000; Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. М.: Илекса, 2004.
65. Польские химические олимпиады / Э. Квапневский, Т. Шаршаневич, Р. Киешковский и др. М.: Мир, 1980.
66. Сорокин В.В., Загорский В.В., Свитанько И.В. Задачи химических олимпиад. Принципы и алгоритмы решений. М.: Изд-во МГУ, 1989.
67. Хвалюк В.Н., Головка Ю.С., Кананович Д.Г.. Олимпиады школьников по химии: теоретические задания с решениями. Ч. 1., 2007; Ч. 2, 2008. Минск: Нар. асвета.
68. Середа И.П. Конкурсные задачи по химии. К.: Вища школа (всі видання).
69. Хомченко Г.П., Хомченко І.Г. Задачі з хімії для вступників до вузів: Навчальний посібник. К.: Вища школа (всі видання).

70. Хомченко И.Г. Общая химия. Сборник задач и упражнений. М.: Новая волна, 2007 (або попередні видання). Хомченко И.Г. Збірник задач і вправ з хімії. К.: Вища школа, 1992.
71. Кузьменко Н.Е., Еремін В.В. 2500 задач по химии с решениями (для поступающих в вузы). М.: ОНИКС 21 век, Мир и образование, 2002.

Інтернет-ресурси

- Хімічні олімпіади в Україні <http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>;
- хімічні олімпіади Білорусі <http://superhimiki.at.tut.by/>;
- хімічна наука й освіта в Росії. Шкільні олімпіади з хімії <http://www.chem.msu.su/rus/olimp/>;
- міжнародні хімічні олімпіади:
 - 2011, Туреччина <http://icho43.metu.edu.tr/>
 - 2010, Японія <http://www.icho2010.org/>,
 - 2009, Великобританія <http://www.icho2009.co.uk/>,
 - 2008, Угорщина <http://icho.hu/>,
 - 2007, Росія <http://www.icho39.chem.msu.ru/>,
 - 2006, Корея <http://icho2006.kcsnet.or.kr/>;
- електронна бібліотека навчальних матеріалів з хімії хімічного факультету Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>;
- електронна бібліотека з хімії та техніки <http://rushim.ru/books/books.htm>;
- хімічний розділ Нової наукової бібліотеки <http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/himija/>.

Рекомендації та список рекомендованої літератури підготували проф. Ю. В. Холін, к.х.н. Д. М. Волочнюк, к.х.н. К.С. Гавриленко, к.х.н. О. А. Жикол, к.х.н. М.О. Колосов, проф. І. В. Комаров, проф. С. А. Неділько, проф. В. Г. Пивоваренко, к.х.н. Л. О. Слета, О. Ю. Усенко, проф. В. К. Яцимирський (2004-2011 рр.).

Шановні викладачі, науковці, вчителі, студенти, аспіранти!

Запрошуємо до співробітництва. Візьміть участь у підготовці оригінальних і творчих завдань для наступних олімпіад!

Свої авторські завдання надсилайте електронною поштою на адресу **kholin@univer.kharkov.ua** до **15 жовтня 2011 року**.

З прикладами завдань минулих років і програмою олімпіади можна ознайомитись на веб-сторінці Всеукраїнських хімічних олімпіад

<http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>

При укладанні завдань урахуйте, будь ласка, такі поради й побажання.

1. Не слід сподіватися, що учасники олімпіади знайомі з вузькоспеціальною інформацією чи деталями хімічної поведінки малопоширених елементів та сполук. У разі потреби необхідні дані слід ввести до умови задачі.

2. До одержання відповіді має вести ланцюжок логічних міркувань та/або математичних розрахунків; слід пам'ятати, що учні не зобов'язані відтворювати інтуїтивні припущення автора. В той же час, нестандартність умови, постановка таких питань, що стимулюють прояв учасниками олімпіади творчих здібностей, стануть запорукою того, що ваша задача увійде до комплекту завдань.

3. До умови слід включати декілька питань, формулюючи їх таким чином, щоб помилка, зроблена учнем на першому кроці розв'язку, не позбавляла його можливості одержати певну кількість балів на наступних етапах.

4. Слід чітко формулювати всі спрощення, які ви робите при укладанні задачі (наприклад, про перебіг реакцій до кінця; можливість використовувати округлені значення атомних мас; нехтувати розчинністю малорозчинних речовин тощо).

5. Треба пам'ятати, що талант – брат стислості, а занадто довгі умови погано сприймаються школярами.

6. Зміст завдань має узгоджуватися з Питаннями для підготовки до IV етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії, оприлюдненими на веб-сайті олімпіад.

7. Український текст умов і розв'язків слід готувати за допомогою текстового процесору MS Word. Будь-які рисунки та формули в жодному разі не можна ставити "поверх тексту". Графічні об'єкти, які вставляються в документ Word із зовнішніх програм, слід належним чином конвертувати у формат "рисунок Microsoft Word".

З повагою,
голова журі Всеукраїнської
олімпіади з хімії



Ю. Холін