

### Завдання блоку хімія (високі технології)

**Задача 1.** Природний хлор складається з двох основних ізотопів:  $^{35}\text{Cl}$  (75.76 %) та  $^{37}\text{Cl}$  (24.24 %), природний бром також має два основних ізотопи:  $^{79}\text{Br}$  (50.56 %) та  $^{81}\text{Br}$  (49.44 %). Які точні значення молекулярних мас (в а.о.м) можуть мати окремі молекули сполуки  $\text{CH}_2\text{ClBr}$ ? Якщо у вас є 1000 молекул цієї речовини, то скільки (приблизно) молекул кожної маси буде представлено? Чи будуть вони розрізнятися за фізичними або хімічними властивостями? Наявністю ізотопів для С та Н знехтувати.

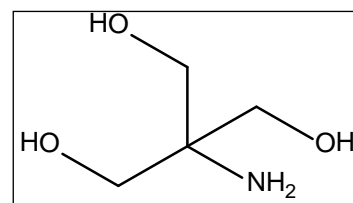
**Задача 2.** 22.4 мл газу А (н.у.) спалили. Після приведення системи до початкових умов утворилося 0.098 г безбарвної в'язкої рідини В. Якщо речовину В розчинити у воді та додати розчин гідроксиду барію, то утвориться 0.301 г осаду С.

- 1) Розшифруйте речовини та наведіть рівняння реакцій.
- 2) Намалуйте просторову будову молекул речовин А та В та вкажіть тип гібридизації центрального атома.
- 3) Де використовується речовина В?
- 4) Для реакції горіння речовини А (за умови достатньої кількості кисню) в різних літературних джерелах можна знайти альтернативні схеми, які приводять до утворення сумішей речовин. Наведіть такі схеми та вкажіть, які з них хімічно-коректні, а які – ні.

**Задача 3.** Молекула фулерену складається з 60 атомів С та має форму сфери діаметром 0.71 нм. Однією із найдорожчих речовин у світі є ендоедральний фулерен  $\text{N}_2@\text{C}_{60}$  – тобто фулерен, всередині якого міститься молекула азоту. Його вартість складає 167 000 000 доларів за 1 г. Розрахуйте вартість фулерену  $\text{N}_2@\text{C}_{60}$ , який нанесений мономолекулярним шаром на поверхню площею 1  $\text{cm}^2$ .

**Задача 4.** Біологічний буфер TRIS є органічною основою загальною формулою  $(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2$  та  $K_b=1.15 \cdot 10^{-6}$ .

1.817 г цієї сполуки розчинили у 500.00 мл води.

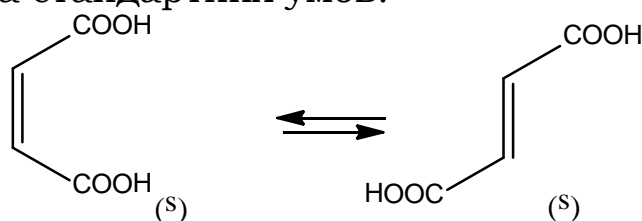


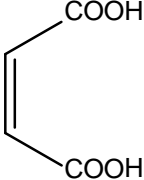
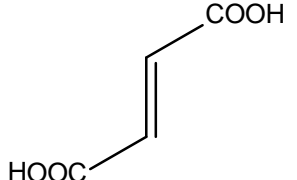
- 1) Розрахуйте концентрацію утвореного розчину у % та моль/л?
- 2) Який об'єм цього розчину потрібно використати для приготування 100 мл 0.001 М розчину TRIS?
- 3) Розрахуйте рН вихідного розчину TRIS.
- 4) Розрахуйте рН розчину після того, як до вихідного розчину TRIS додали 10 мл 0.2 М HCl?

**Задача 5.** Відомо, що сучасні монети звичайно виробляють із сплавів кольорових металів. Нерідко буває так, що хімічний склад сплаву, з якого виготовляють одні і ті ж самі монети, є різним у залежності від року виготовлення. Наприклад, всім відому 1 гривню карбували з латуні (1995, 1996 р.) та з алюмінієвої бронзи (2001-2003, 2013 роки). Запропонуйте можливі способи перевірки хімічного складу (хоча б якісного) таких монет (окрім як подивитися на дату випуску☺). Монети можна розчиняти, плавити тощо, а також використовувати додаткове обладнання. Бажано навести декілька принципово-різних способів.



**Задача 6.** Фумарова та малеїнова кислоти – просторові ізомери, які відрізняються взаємним розташуванням карбоксильних груп. За наведеними в таблиці даними розрахуйте, яка з наведених реакцій (пряма чи обернена), є більш імовірною за стандартних умов:



	Малеїнова кислота 	Фумарова кислота 
$\Delta H_f^0 (s)$ , кДж/моль	-790.6	-811.0
$S^0 (s)$ , Дж/моль·К	159.4	166.1

s (solid) – у твердому стані;  $\Delta H_f^0$  – стандартна ентальпія утворення з простих речовин;  $S^0$  – стандартна ентропія. Дані наведено за [webbook.nist.gov](http://webbook.nist.gov).

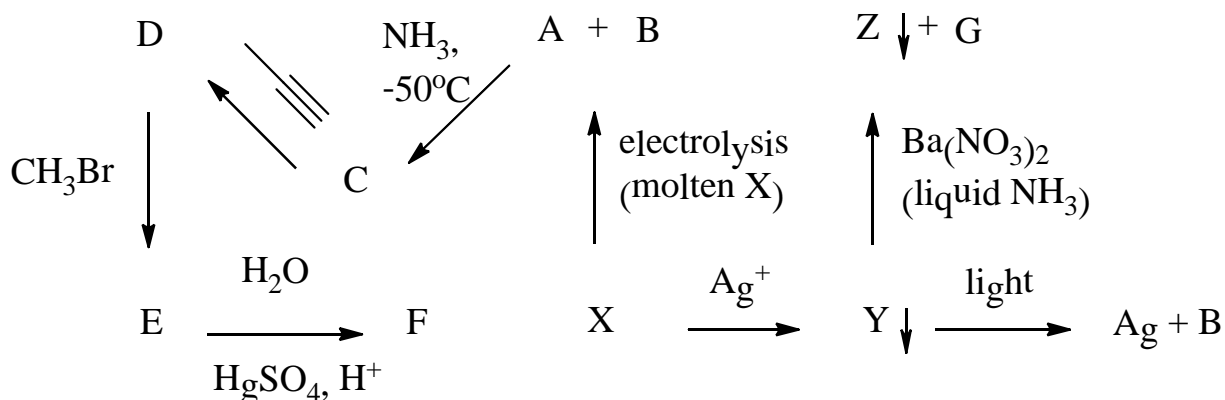
**Задача 7.** Суміш водню та азоту з середньою молярною масою 7.2 г/моль пропустили над нагрітим до 400°C залізо-оксидним каталізатором. Після проходження реакції середня молярна маса газової суміші становила 7.66 г/моль.

- 1) Розрахуйте ступінь перетворення азоту в амоніак.
- 2) 2 моль вихідної газової суміші вмістили в реактор об'ємом 10 л та провели реакцію при 400°C з таким самим виходом амоніаку. Розрахувати початковий та кінцевий тиск в системі.
- 3) Чому дорівнюватиме константа рівноваги у цьому випадку?

**Задача 8.** Через захищену від доступу повітря електролітичну комірку з електродами з металу X, заповнену 25% водним розчином амоніаку, пропускали електричний струм  $I=0.1$  А протягом 45 хвилин. Вага аноду зменшилася на 0.1778 г, а зовнішній вигляд розчину не змінився.

- 1) Визначіть метал X.
- 2) Які зміни відбудуться з розчином після електролізу, якщо його залишити на повітрі?
- 3) Напишіть рівняння всіх реакцій, що відбуваються.

**Задача 9.** Нижче наведена схема перетворень для сполуки X:



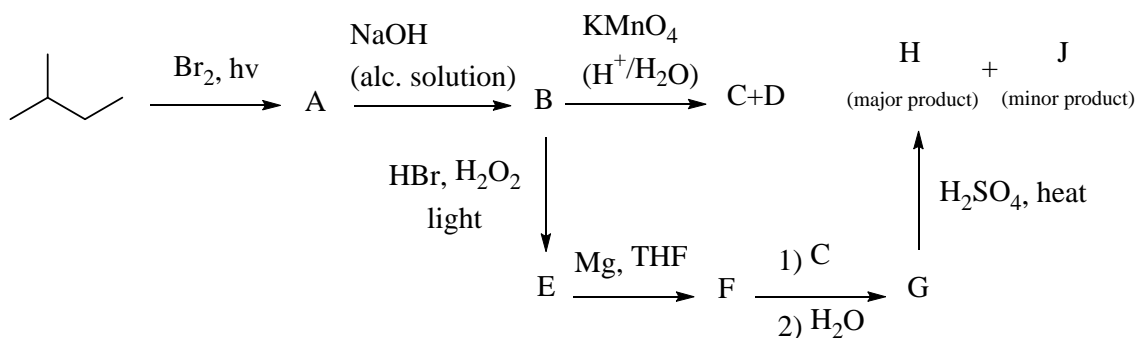
Розшифруйте усі речовини та наведіть рівняння реакцій, якщо:

- 1) X використовується у медицині, як джерело катіонів лужного металу А при його нестачі в організмі;
- 2) При електролізі розплаву X утворюються А та газ В;
- 3) Осад Y нерозчинний у воді, але розчинний у рідкому аміаку, в якому можлива його реакція обміну з нітратом барію;
- 4) З 14.9 г сполуки X можна отримати 20.8 г Z;

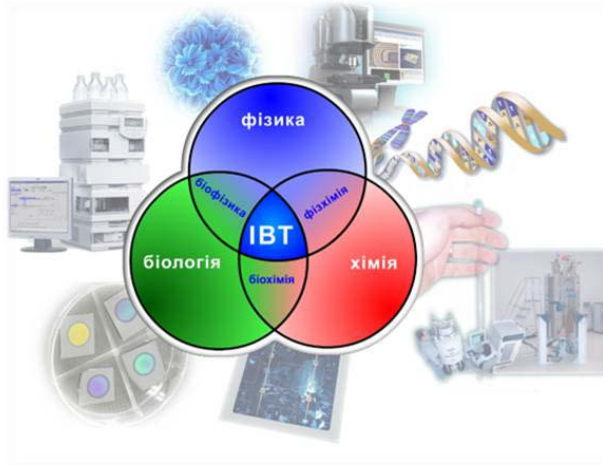
Чи відрізняються продукти електролізу солі X у водному розчині від продуктів, що утворюються при електролізі її розплаву. Якщо так - наведіть рівняння реакцій. Як використовуються ці продукти в побуті та промисловості?

**Додаткове запитання:** Поясніть, чому сполука С має темно-синє забарвлення.

**Задача 10.** Нижче наведена схема перетворень:



- 1) Розшифруйте речовини та наведіть рівняння реакцій, якщо речовина D – кислота
- 2) Наведіть механізми перетворень:
  - а) B → E. Як називається цей ефект?
  - б) F → G (стадія 1 – реакція F з C, де утворюється проміжний продукт G<sub>1</sub>, стадія 2 – реакція G<sub>1</sub> з водою)
- 3) Чому утворення H є більш імовірним, ніж утворення J (наведіть механізм)?
- 4) Назвіть усі сполуки за номенклатурою IUPAC.



**Завдання блоку електроніка (високі технології)  
або**

**Завдання блоку прикладна фізика (нанофізика та  
комп'ютерні технології)**

**Задача 1.** Корабель, що рухається по річці, дає звуковий сигнал з частотою  $\nu_0 = 400$  Гц. Спостерігач, який стоїть на березі, сприймає цей сигнал як коливання з частотою  $\nu = 395$  Гц. Знайти швидкість, з якою рухається корабель. Наближається він до спостерігача чи ні? Швидкість звуку в повітрі  $V = 340$  м/с.

**Задача 2.** Об'ємна втрата води через гідротурбіну  $Q = 3$  м<sup>3</sup>/с. Вода потрапляє в турбіну зі швидкістю  $v_1 = 6$  м/с і виходить з неї зі швидкістю  $v_2 = 2$  м/с на рівні, що знаходиться нижче рівня входу на  $H = 1.5$  м.

ККД турбіни разом із двигуном  $\eta = 0.8$ . Знайти потужність турбіни  $N_T$  і можливий річний видобуток енергії  $W_{\text{річ}}$ .

**Задача 3.** Із двох точок одночасно кинуті два тіла під кутами  $\alpha$  і  $\beta$  до горизонту зі швидкостями  $u_0$  і  $v_0$  відповідно. Знайти відносну швидкість  $w$  обох тіл і відносну відстань  $\Delta r$  між ними, вважаючи, що тіла рухаються в одній площині.

**Задача 4.** В об'ємі  $V_1 = 30$  л міститься насичена пара при температурі  $t = 100$  °С. Яку роботу слід виконати для того, щоб шляхом ізотермічного стиснення зменшити об'єм пари до  $V_2 = 15$  л? Об'ємом води, що утворилась при конденсації, знехтувати.

**Задача 5.** Скільки ходів (циклів)  $n$  необхідно зробити поршневому насосу, який засмоктує об'єм  $v = 400$  см<sup>3</sup> повітря при

кожному проході, щоб відкачати повітря зі скляного балону ємністю  $V=1$  л, до тиску  $p_n=10^2$  Па, якщо початковий тиск у балоні  $p_0=10^5$  Па? Температуру повітря вважати постійною.

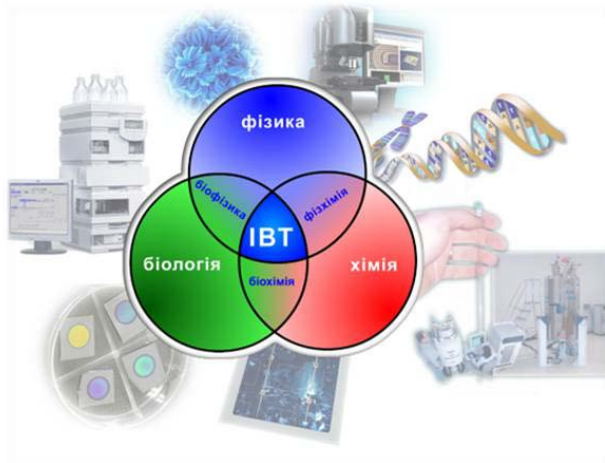
**Задача 6.** У центрі диску, що зроблений з матеріалу із коефіцієнтом лінійного розширення  $\alpha$  є отвір, діаметр якого при температурі  $t_1$  дорівнює  $D_1$ . На скільки градусів потрібно нагріти диск, щоб в отвір змогла пройти кулька діаметром  $d$ ?

**Задача 7.** Професор, перевіряючи свої окуляри, отримав на підлозі кімнати дійсне зображення лампи, що висить на висоті  $H=3$  м, тримаючи скло окуляра під лампою на відстані  $h=1$  м від підлоги. Яка оптична сила скла?

**Задача 8.** Конденсатор з паралельними обкладками, з ємністю  $C$  заряджається акумулятором до різниці потенціалів  $U$ . Акумулятор відмикають і встановлюють керамічну пластинку ( $k=6.5$ ) між обкладками. Яка потенціальна енергія системи конденсатора-обкладок до і після встановлення керамічної пластини на місце?  $C=13.5$  пФ,  $U=12.5$  В.

**Задача 9.** Дві частинки зафіксовані на місці. Перша частинка, що знаходиться на початку координат має заряд  $q_1=+8q$ , а друга частинка має заряд  $q_2=-2q$ . Відстань між частинками  $L$ . В якій точці, крім нескінченності, можна розмістити протон так, щоб врівноважити силу взаємодії (рівнодійна сил дорівнює нулю)? Це буде стабільна чи нестабільна рівновага?

**Задача 10.** Дві однакові кульки мають однакову вагу і заряд підвішені на нитках, що мають однакову довжину, занурюються в рідкий діелектрик з густиною  $\rho_1$  і діелектричною проникливістю  $\epsilon_1$ . Якою мусить бути їхня густина матеріалу, щоб кути їхнього розходження були б однакові як в рідині так і в повітрі?



### Завдання блоку біологія (високі технології)

**Задача 1.** Земна поверхня одержує  $2 \text{ Дж/см}^2$  сонячної енергії за хвилину. Яка кількість глюкози синтезується в 1000 листках однієї рослини, якщо середня площа одного листка  $10 \text{ см}^2$ , довжина (тривалість) світлового дня 16 год, а коефіцієнт переходу сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків 10%?

**Задача 2.** У результаті схрещувань установили, що частота кросинговеру між генами дорівнює:  $C - B = 8\%$ ,  $D - F = 6\%$ ,  $A - B = 9\%$ ,  $A - F = 4\%$ ,  $A - C = 1\%$ ,  $C - D = 3\%$ ,  $A - D = 2\%$ . Спробуйте визначити порядок генів у хромосомі.

**Задача 3.** На одному з островів зареєстровано 10 000 лисиць, серед яких було 9 білих, решта – руді. Рудий колір домінує над білим. Визначте концентрацію алелів білого і рудого кольорів у цій популяції.

**Задача 4.** У палеонтологічних залишках стегоцефала міститься 48% початкової кількості радіоактивного калію  $^{40}\text{K}$ . Визначити геологічний вік знахідки, якщо період піврозпаду  $^{40}\text{K}$  дорівнює 300 млн років.

**Задача 5.** У посівний матеріал озимої пшениці випадково потрапило насіння жита. На 10 000 зернин пшениці припадало 2 зернини жита. Одна рослина пшениці дає у виробничому посіві в середньому 50 зернин, а одна рослина жита в посіві пшениці – 80. Під час зимівлі виживає в середньому 70% усіх рослин пшениці й 90% жита. Як зміниться співвідношення зерен пшениці й жита через три роки пересіву? Як зміниться це співвідношення у разі суворої зими?

**Задача 6.** У зоопарку білого ведмедя годували рибою, яка харчувалася водоростями, що містили у своїх клітинах 0,2 мг отрутохімікатів на 1 тону. Чи не зашкодить це здоров'ю

ведмедя, маса якого 600 кг (63% становить вода). Допустима концентрація отрутохімікатів у клітинах ведмедя 0,01 мг/кг ваги.