

кількості солі. Дві посудини перебували в різних умовах і відмінності між вмістом спричинені мікроорганізмами. Які з перелічених предметів (і органів чуття) можна використати для дослідження змін у посудинах? Відмічайте знаком X предмети, які можна використати для встановлення відмінностей між вмістом посудин.

А. Мікроскоп. В. Автоклав. С. рН-Індикаторний папір. D. Ножиці. Е. Терези. F. Ваші власні органи чуття. G. Мірна стрічка (лінійка). H. Скальпель. Вашу відповідь віддайте асистентам, які видадуть все необхідне для виконання роботи.

**Лабораторія 2: генетика і гістологія.** У ній досліджували менделівську спадковість, готували препарати хромосом та вивчали готові мікропрепарати тканин рослин і тварин. Результати досліджень з генетики оцінювали статистичними методами ( $\chi^2$ -розподіл та  $\chi^2$ -тест, t-розподіл та t-тест).

**Лабораторія 3: морфологія й фізіологія.** У ній досліджували 4 рослини, які вирощували в різних умовах. Треба було визначити чинники, які зумовили їх відмінності. Друга частина завдання: дослідження частин скелета і визначення, яким тваринам — м'ясоїдним чи травоядним — вони належать. Останнє завдання: визначити за ідентифікаційним ключем систематичне положення трьох жуків (Coleoptera) та чотирьох рослин.

**Лабораторія 4: поведінка.** Оцінка статевої поведінки на основі спостережень ознак статевого диморфізму акваріумних риб.

Автори сподіваються, що наведені приклади завдань десятої МБО сприятимуть підготовці учасників наступних Всеукраїнської та Міжнародної біологічних олімпіад і стимулюватимуть прагнення до завзятої, творчої праці. Бажаємо успіхів!

Володимир СТАРОСТА, Руслан МАРІЙЧУК

## ТЕСТИ НА ВСЕУКРАЇНСЬКІЙ ОЛІМПІАДІ

До традиційної схеми Всеукраїнської олімпіади юних хіміків, що відбулася в Ужгороді (квітень 1999 р.), було внесено деякі зміни. Зазвичай, виконанню експериментальних завдань передують співбесіда учня з викладачем або, за олімпіадною термінологією, учасника олімпіади — з членом журі. Ця співбесіда для дев'ятикласників уперше була проведена методом тестування. Учні запропонували тести для перевірки знання деяких прийомів техніки хімічного експерименту. Одне з експериментальних завдань вимагало знань техніки титрування, що й зумовило зміст основної частини тестів. Практичні уміння юних хіміків оцінювали традиційно під час виконання експериментальних завдань.

Апробація фронтального тестування засвідчила його право на майбутнє, оскільки воно має низку позитивних рис. По-перше, значно економиться час порівняно з традиційною індивідуальною співбесідою: через 10—15 хв усі учні одночасно (що дуже важливо!) вже можуть приступати до експерименту. По-друге, до тестів можна включати різноманітні завдання з теорії і техніки хімічного експерименту, питань техніки безпеки під час роботи з речовинами та обладнанням, надання першої долікарської допомоги тощо. По-третє, виконання тестів виключає можливість підслуховування учнями відповідей однокласників, що може мати місце під час усної співбесіди. Але головна перевага — це об'єктивність контролю знань учнів на цьому етапі олімпіади, ос-

кільки всі учасники перебувають в однакових умовах: ідентичний зміст завдань, час виконання, відсутність елементів суб'єктивізму, які (будемо реалістами) можуть мати місце під час індивідуальної співбесіди.

Нижче наведено тексти завдань для тестування, один із варіантів експериментальних завдань та їх розв'язання.

### ТЕСТ

1. Під час відбирання проби в піпетку рідину набирають так, щоб:

а) вона відразу піднялася на 2 — 3 см вище мітки;

б) вона піднялася точно на рівні мітки;

в) вона піднялася на рівні мітки, а потім повторно її втягують на 2 — 3 см вище мітки.

2. Верхній отвір мірної піпетки із втягнутою рідиною закривають:

а) великим пальцем;

б) вказівним пальцем;

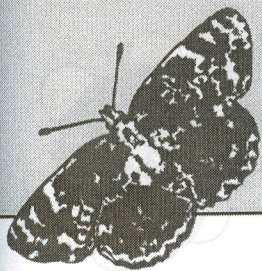
в) середнім пальцем.

3. Розчин виливають із піпетки в конічну колбу таким чином:

а) дають рідині повільно витекти, не розбризкуючись по стінках колби, а залишок рідини видаляють видуванням;

б) дають рідині повільно витекти, а залишок рідини видаляють нагріванням рукою розширеної частини піпетки;

в) дають рідині повільно витекти, не роз-



## ВІСТІ З ОЛІМПІАД

близько стінок колби, тримають ще 5 с, дотикаючись до стінки посуду, злегка повертаючи навколо осі, а потім видаляють піпетку, не звертаючи уваги на залишок рідини в ній.

4. Перед заповненням бюретку необхідно сполоснути:

- дистильованою водою;
- титрованим розчином;
- дистильованою водою, а потім висушити;
- титрованим розчином, а потім висушити.

5. Бюретку необхідно заповнювати так, щоб:

а) спочатку рівень рідини був трохи вище нульової поділки шкали бюретки (3—4 см), потім, обережно відкриваючи кран, акуратно виставити рівень рідини на нульовій поділці, зайву рідину злити в стакан;

б) спочатку рівень рідини був трохи нижче нульової поділки шкали бюретки (3—4 см), потім обережно піпеткою додати рідини в бюретку до встановлення її на нульовій поділці;

в) відразу рівень рідини в бюретці був на рівні нульової поділки.

6. Рівень рідини для прозорих розчинів встановлюють за:

- нижнім меніском;
- верхнім меніском;
- серединою між нижнім та верхнім менісками.

7. Рівень рідини для непрозорих розчинів встановлюють за:

- нижнім меніском;
- верхнім меніском;
- серединою між нижнім та верхнім менісками.

8. У разі потрапляння кислоти на шкіру необхідно уражене місце:

- промити водою і добре вимити шкіру;
- промити водою і нейтралізувати лугом;
- промити водою і нейтралізувати слабким розчином питної соди.

Нагадаємо, що реалізація п. 8 можлива лише за умови неохайної роботи. Тому будьте уважні і чітко дотримуйтеся усіх правил техніки безпеки під час проведення хімічного експерименту. (Відповіді: 1а, 2б, 3в, 4б, 5а, 6а, 7б, 8в).

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

#### Завдання 1

Використовуючи запропоновані реактиви (розчини фенолфталеїну, метилоранжу, 0,1 М НСІ) та обладнання (бюретка, лійка, піпетка, конічна колба для титрування), визначте молярні концентрації карбонату і гідрокарбонату натрію в досліджуваному розчині.

#### Методика визначення

1. За допомогою піпетки відберіть 10—20 мл досліджуваного розчину і перенесіть у конічну колбу. Додайте 2—3 краплини розчину фенол-

фталеїну і здійсніть титрування 0,1 М розчином НСІ з бюретки до повного знебарвлення його чи до блідо-рожевого забарвлення від останньої краплини розчину кислоти.

2. До розчину (п. 1), що утворився після першого титрування, додайте 2—3 краплини метилоранжу і продовжуйте титрування до зміни забарвлення індикатора.

*Співбесіда.* Техніка титрування.

1. Напишіть рівняння проведених реакцій та поясніть задану послідовність використання реактивів.

2. Зробіть необхідні обчислення.

3. Результати роботи представте у вигляді таблиці (табл. 1).

Таблиця 1

№ досліджуваного	Об'єм аликвоти, мл	Об'єм розчину НСІ, мл		Концентрація, моль/л	
		Індикатор		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>
		фенолфталеїн	метилоранж		

#### Додаткові дані.

- H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : pK<sub>1</sub> = 6,35; pK<sub>2</sub> = 10,33.
- Інтервал рН переходу забарвлення індикаторів:  
метилоранжу — 3,1 — 4,4;  
фенолфталеїну — 8,2 — 10,0.

#### Завдання 2

Є п'ять пронумерованих пробірок з водними розчинами речовин, що містять катіони H<sup>+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup> і аніони CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, причому в кожному розчині є тільки по одному катіону і аніону. Вихідні речовини розчинні у воді, сіль барію не є хлоридом, а кислота не є хлоридною.

Визначте експериментально, яка речовина міститься в кожній пробірці, не користуючись додатковими речовинами. Напишіть хід визначення та рівняння проведених реакцій для встановлення вмісту кожної пробірки.

#### Розв'язання

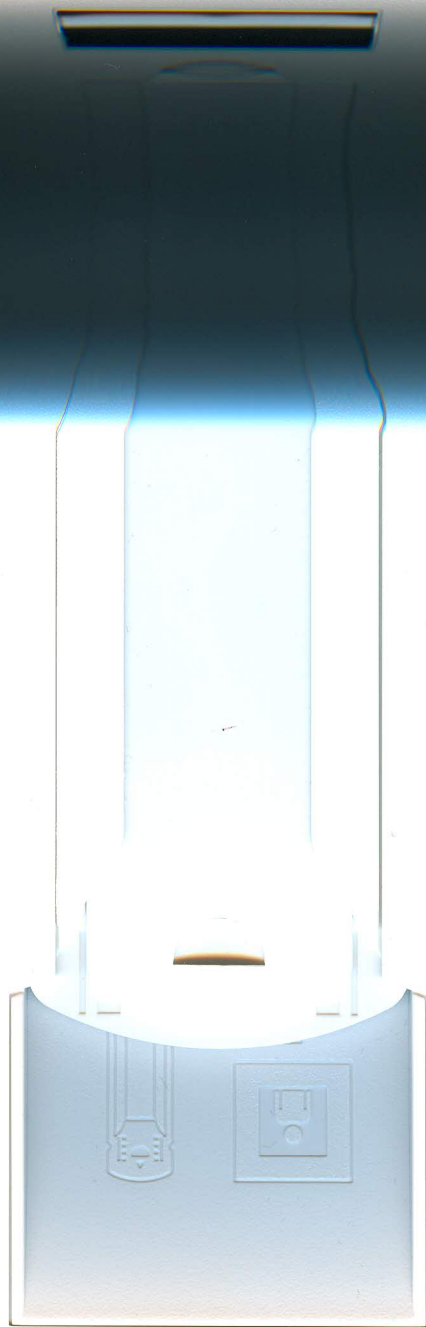
#### Завдання 1

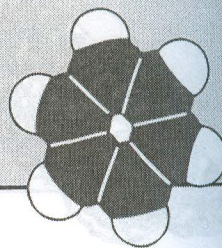
Визначення проводять знаходженням двох точок еквівалентності. Титрування суміші здійснюють хлоридною кислотою.

При титруванні суміші гідрокарбонату та карбонату натрію відбуваються такі процеси:



Обчислимо значення рН у точках еквівалентності.





У точці еквівалентності для реакції (1):  
 $pH = \frac{1}{2} (pK_1 + pK_2) = \frac{1}{2} (6,35 + 10,33) = 8,33$ .

Для реакції (2):

$$pH = \frac{1}{2} (pK_1 - \lg C_{\text{кисл.}}),$$

а якщо  $C_{\text{кисл.}} = 0,05$  моль/л, то

$$pH = \frac{1}{2} (pK_1 - \lg 0,05) = 3,83.$$

Таким чином, точка еквівалентності для реакції (1) розташована в області переходу фенолфталеїну, а для реакції (2) — в області переходу метилоранжу.

Об'єм аліквоти позначимо через  $V_a$ .

У результаті титрування одержуємо об'єм 0,1 М розчину HCl, витраченого на титрування карбонату натрію (1) —  $V_1(\text{HCl})$ , та об'єм, витрачений на титрування гідрокарбонату натрію —  $V_2(\text{HCl})$ .

$$3 \text{ рівняння (1) видно, що } v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v_1(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) V_1(\text{HCl}).$$

Очевидно, що при другому титруванні (у присутності метилоранжу) титрант витрачатиметься на титрування як гідрокарбонату натрію, що містився в контрольному розчині, так і на той, що утворився внаслідок реакції (1):

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v_1(\text{NaHCO}_3) = v_1(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) V_1(\text{HCl}).$$

$$\text{Тоді } C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = [C(\text{HCl}) V_1(\text{HCl})] / V_a.$$

Кількість гідрокарбонату натрію, виявленого під час другого титрування, становитиме:

$$v_2(\text{NaHCO}_3) = C(\text{HCl}) V_2(\text{HCl}).$$

Таким чином, кількість гідрокарбонату натрію в контрольному розчині становитиме:

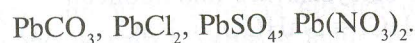
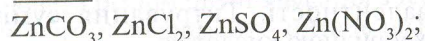
$$v_1(\text{NaHCO}_3) = v_2(\text{NaHCO}_3) - v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = C(\text{HCl}) V_2(\text{HCl}) - C(\text{HCl}) V_1(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) [V_2(\text{HCl}) - V_1(\text{HCl})].$$

Концентрація гідрокарбонату натрію в контрольному розчині:

$$C(\text{NaHCO}_3) = \{C(\text{HCl}) [V_2(\text{HCl}) - V_1(\text{HCl})]\} / V_a.$$

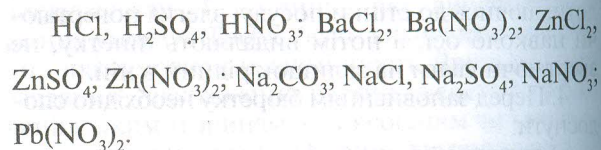
### Завдання 2

Теоретично можливо, що в розчинах містяться такі речовини:



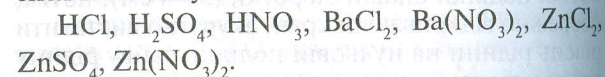
Серед указаних речовин не можуть бути ті, що підкреслено, через їх погану розчинність у воді або нестійкість водних розчинів.

Тоді, можливо, наявні такі речовини:



Очевидно, що в одній з пробірок міститься нітрат свинцю —  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а оскільки єдиний розчинний карбонат — це карбонат натрію, то він має бути в одній із пробірок.

Таким чином, у трьох пробірках можуть міститися такі сполуки:



Виходячи із цих міркувань та умови завдання (4 аніони), можливі такі варіанти:

1.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{HCl}$ .
3.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ .
4.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
5.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{HCl}$ .
6.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Оскільки в умові вказано, що «Вихідні речовини розчинні у воді, сіль барію не є хлоридом, а кислота не є хлоридною», то реалізується варіант 6.

Таблиця 2

$\text{Na}_2\text{CO}_3$   $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   $\text{ZnCl}_2$   $\text{H}_2\text{SO}_4$

	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{ZnCl}_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	<del>X</del>	↓	—	↓	↓	3↓
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	↓	<del>X</del>	↓	↓	↑	3↓ + ↑
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	—	↓	<del>X</del>	—	↓	2↓
$\text{ZnCl}_2$	↓	↓	—	<del>X</del>	—	2↓
$\text{H}_2\text{SO}_4$	↓	↑	↓	—	<del>X</del>	2↓ + ↑

Користуючись таблицею (табл. 2), можна встановити вміст пробірок.