

Завдання
II-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2014-2015 навчальний рік
11 клас

Завдання 1. Тести (10 балів)

Завдання з однією правильною відповіддю. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 3.

1. Невичерпним джерелом енергії є Сонце. Для ефективного використання сонячної енергії зараз розроблюються сонячні акумулятори. Відмітьте правильне твердження про спосіб накопичення енергії в таких акумуляторах.

- А) сонячне світло нагріває воду, і енергія запасується у вигляді гарячої води;
- Б) сонце сильно розігріває повітря в спеціальних ємностях, повітря перетворюється на плазму й тривалий час зберігає енергію;
- В) під дією сонячного випромінювання органічні речовини в таких акумуляторах перетворюються на нафту;
- Г) певні хімічні речовини під дією сонячного світла піддаються перетворенням, що дозволяють запасти енергію Сонця у вигляді енергії хімічних зв'язків;
- Д) сонячним світлом розігрівається маховик великого розміру, що дозволяє тривалий час обертати електричний генератор.

А	
Б	
В	
Г	+
Д	

2. Деякі забруднення неможна видалити з тканини звичайним пранням. Для цього необхідно використовувати методи хімчистки (видалення плям обробкою спеціальними органічними розчинниками). Проаналізуйте наступні твердження й визначте їхню правильність.

- I: Видалити плями з синтетичних і натуральних тканин можна однаковими розчинниками.
- II: Для видалення жирних плям з бавовни можна використовувати бензин чи керосин.
- III: При очистці тканин органічними розчинниками звичайне мило не використовують.

- А) усі твердження правильні;
- Б) правильні I і II твердження;
- В) правильні I і III твердження;
- Г) правильні II і III твердження;
- Д) усі твердження неправильні.

А	
Б	
В	
Г	+
Д	

3. Розчин мідного купоросу налили в оцинковане відро. Визначте причину, що зумовлює утворення рихлого осаду на стінках відра та поступову зміну кольору розчину.

- А) наявність домішок у цинку;
- Б) відновлення цинку;
- В) відновлення міді;
- Г) наявність домішок у розчині мідного купоросу.

А	
Б	
В	+
Г	

4. Процес, унаслідок якого відбувається передача генетичної інформації, - це

- А) реплікація ДНК;
- Б) компліментарність азотистих основ;
- В) мутація генів;
- Г) структурні зміни хромосом.

А	+
Б	
В	
Г	

Завдання на відповідність. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 4.

5. Установіть відповідність між назвами вуглеводнів та їх використанням.

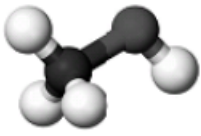
- | | |
|--------------------------|---|
| <i>Тривіальна назва:</i> | <i>Галузі використання вуглеводнів:</i> |
| А) дихлорометан; | 1) для виробництва поліетилену; |
| Б) триїодометан; | 2) як розчинник; |
| В) етен; | 3) в медицині для заживлення відкритих ран; |
| Г) вінілхлорид. | |

А	2
Б	3
В	1
Г	4

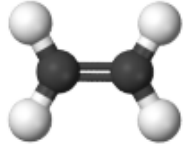
- 4) для виробництва штучної шкіри;
5) для виробництва фенолформальдегідних пластмас.

6. Установіть відповідність між моделями молекул і назвами речовин.

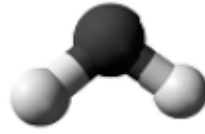
Моделі молекул:



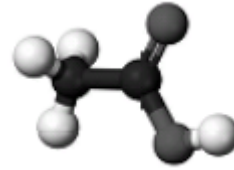
А



Б



В



Г

Назва речовин:

- 1) чадний газ;
- 2) вода;
- 3) етилен;
- 4) оцтова кислота;
- 5) метиловий спирт.

А	5
Б	3
В	2
Г	4

Завдання на встановлення послідовності. Правильно встановлена послідовність і запис рівняння реакції оцінюється в 1 бал. Максимальна кількість балів – 4.

7. Розташуйте послідовно стадії виробництва нітратної кислоти. Запишіть відповідні рівняння реакцій.

- А) окиснення нітроген(II) оксиду;
- Б) окиснення амоніаку;
- В) гідратація нітроген(IV) оксиду;
- Г) взаємодія азоту з воднем.

А	3
Б	2
В	4
Г	1

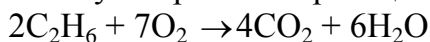
1. $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{400^\circ C, Fe, 200 atm} 2NH_3$
2. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{кат.} 4NO \uparrow + 6H_2O$
3. $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2 \uparrow$
4. $4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4HNO_3$.

Задача 2. (6 балів)

Яка сіль і з якою масою утвориться, якщо карбон(IV) оксид, одержаний при спалюванні 11,2 л етану (н.у.), пропустити через 22,4 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою речовини 12% і густиною 1,14г/см³.

Розв'язок

- 1) Записуємо рівняння реакції:



- 2) Визначаємо кількість CO₂, що утворився в результаті спалювання 11,2 л етану:

$$\nu(C_2H_6) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2л}{22,4л/моль} = 0,5моль$$

$$2\nu(C_2H_6) = 4\nu(CO_2) \Rightarrow 1 : 2 \Rightarrow \nu(CO_2) = 1моль$$

- 3) Знаходимо кількість натрій гідроксиду, що прореагував з вуглекислим газом за схемою реакції: CO₂ + NaOH →

$$m_{\delta-їо} (NaOH) = V\rho = 22,4л \cdot 1,14г/см^3 = 25,536г$$

$$m(NaOH) = w \cdot m(p-їо) = 0,12 \cdot 25,536 = 3,06432г$$

$$\nu(NaOH) = \frac{m}{M} = \frac{3,06г}{40г/моль} = 0,0765моль$$

Оскільки, у надлишку знаходиться кислотний оксид (CO₂), то продуктом взаємодії його з натрій гідроксидом буде кисла сіль, а тому реакція відбувається так: CO₂ + NaOH → NaHCO₃

- 4) Знаходимо масу солі:

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{NaHCO}_3) \Rightarrow v(\text{NaHCO}_3) = 0,0765 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = vM = 0,0765 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 6,435 \text{ г}$$

Відповідь: у результаті реакції утворюється кисла сіль натрій гідрогенкарбонат (NaHCO_3) масою 6,435 г.

Задача 3. (7 балів)

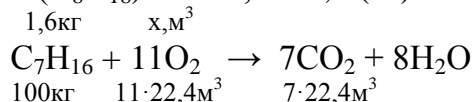
На 100 км шляху легковий автомобіль витрачає приблизно 10 л бензину (густина бензину становить $0,8 \text{ г/см}^3$). Який об'єм повітря у м^3 (н.у.) необхідний для спалювання 10 л бензину та який об'єм вуглекислого газу при цьому виділиться? Допускаємо, що бензин складається з н-гептану (20% за масою) і 2,2,4 – триметилпентану та повністю згоряє до вуглекислого газу і води.

Розв'язок

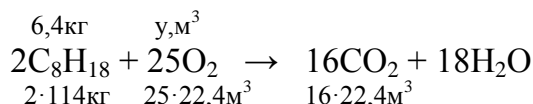
$$m(\text{бензину}) = 10000 \cdot 0,8 = 8000 \text{ г} = 8 \text{ (кг)}$$

$$m(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 8 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ (кг)}$$

$$m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ (кг)}$$



$$V_1(\text{O}_2) = 3,94 \text{ м}^3 \quad V_1(\text{CO}_2) = 2,51 \text{ м}^3$$



$$V_2(\text{O}_2) = 15,71 \text{ м}^3 \quad V_2(\text{CO}_2) = 10,06 \text{ м}^3$$

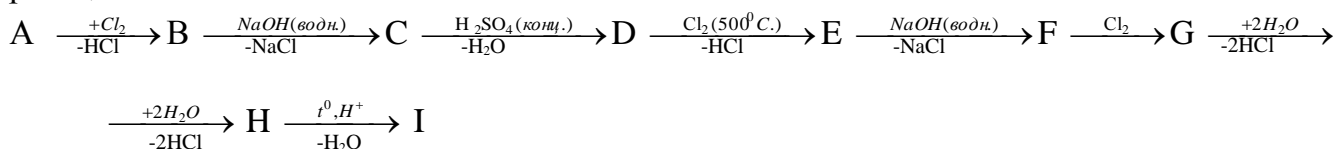
$$V(\text{O}_2) = 19,65 \text{ м}^3 \quad V_{\text{пов}} = 19,65 / 0,21 = 93,57 \text{ м}^3$$

$$V(\text{CO}_2) = 12,57 \text{ м}^3$$

Відповідь: для спалювання 10 л бензину необхідно $93,57 \text{ м}^3$ повітря і при цьому виділиться $12,57 \text{ м}^3$ вуглекислого газу.

Задача 4. (12 балів)

Установіть структурні формули речовин та запишіть рівняння відповідних хімічних реакцій:



Речовина **Е** мстить 47,06% Карбону, 6,54% Гідрогену, 46,40% Хлору за масою, причому в молекулі **Е** міститься лише один атом Хлору, а речовина **Н** з йонами Купруму в лужному середовищі реагує з утворенням розчину волошково-синього кольору.

Розв'язок

1. Визначаємо формулу речовини **Е** – $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$. Якщо прийняти, що маса речовини **Е** 100 г, то відповідно, маси атомів Карбону, Гідрогену і Хлору:

$$m(\text{C}) = 47,06 \text{ г}, m(\text{H}) = 6,54 \text{ г}, m(\text{Cl}) = 46,40 \text{ г}.$$

2. Знаходимо кількості елементів та складаємо їх співвідношення:

$$v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{47,06 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 3,92 \text{ моль}$$

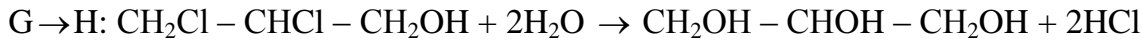
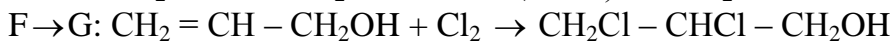
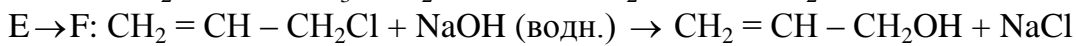
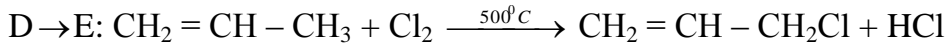
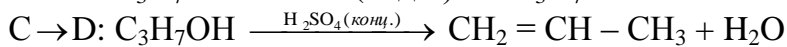
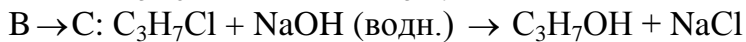
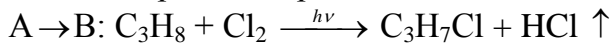
$$v(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{6,54 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 6,54 \text{ моль}$$

$$v(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{46,40 \text{ г}}{35,5 \text{ г/моль}} = 1,31 \text{ моль}$$

$$x : y : z = 3,92 : 6,54 : 1,31 = 2,99 : 4,99 : 1 \approx 3:5:1$$

Отже, формула речовини – C_3H_5Cl , що за кількісним складом відповідає монохлоропохідному алкену – хлоропропену, наприклад $CH_2 = CH - CH_2Cl$ 3-хлоропроп-1-ен. Відповідно, вихідна речовина А – це пропан.

3. Наведено рівняння реакцій, що відповідають заданому в умові ланцюгу перетворень:



H → I: за умовою задачі, речовина H утворює волошково-синій розчин у результаті взаємодії з йонами Cu^{2+} в лужному середовищі. Це якісна реакція гліцерину з утворенням комплексної солі купрум(II) гліцерату.

Відповідь: А – пропан, В – 1-хлоропропан, С – 1-пропанол, D – проп-1ен, Е – 3-хлоро-проп-1-ен, F – проп-1-ен-3-ол, G – 2,3-дихлоро-пропан-1-ол, I – пропеналь.

Задача 5. (15 балів)

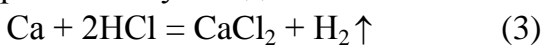
Суміш кальцію й фосфору стопили й отримали 52,95 г сплаву. Після розчинення цього сплаву в хлоридній кислоті одержали 16,8 л суміші газів (н.у.), відносна густина пари якої за воднем становить 10,6. Визначте масові частки компонентів сплаву й масові частки речовин у вихідній суміші.

Розв'язок

1. Складаємо рівняння хімічних реакцій:



За умовою задачі відомо, що утворилася суміш газів, тому можна передбачити, що не весь кальцій провзаємодіяв із фосфором і його надлишок прореагував із хлоридною кислотою з утворенням газу – водню:



2. Обчислюємо об'єми газів у суміші:

$$M(\text{газ. сум.}) = M(H_2) \cdot D_{H_2};$$

$$M(\text{газ. сум.}) = 2 \text{ г/моль} \cdot 10,6 = 21,2 \text{ г/моль}$$

3. $M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$, $M(PH_3) = 34 \text{ г/моль}$. Отже, нехай мольна частка водню в суміші становить x , тоді мольна частка фосфіну становить $(1-x)$. Складаємо рівняння:

$$2x + 34 \cdot (1-x) = 21,2 \Rightarrow x = 0,4$$

Отже, у газовій суміші мольні частки водню й фосфіну, відповідно, становлять 0,4 і 0,6, тому можна обчислити об'єми газів у суміші:

$$V(H_2) = 0,4 \cdot V(\text{газ. сум.}) = 0,4 \cdot 16,8 \text{ л} = 6,72 \text{ л};$$

$$V(PH_3) = V(\text{газ. сум.}) - V(H_2) = 16,8 \text{ л} - 6,72 \text{ л} = 10,08 \text{ л};$$

4. Обчислюємо кількості речовини газів за формулою $\nu = V/V_m$:

$$\nu(H_2) = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}; \quad \nu(PH_3) = \frac{10,08 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,45 \text{ моль}$$

5. Обчислюємо маси кальцію й кальцій фосфіду:

За рівнянням 2: $\nu(Ca_3P_2) : \nu(PH_3) = 1 : 2$, $\Rightarrow \nu(Ca_3P_2) = 0,45 \text{ моль} / 2 = 0,225 \text{ моль}$

$$m(C_3P_2) = \nu M = 0,225 \text{ моль} \cdot 182 \text{ г/моль} = 40,95 \text{ г}$$

За рівнянням 3: $\nu(Ca) : \nu(H_2) = 1 : 1$, $\Rightarrow \nu(Ca) = 0,3 \text{ моль}$

$$m(Ca) = \nu M = 0,3 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 12 \text{ г}$$

6. Обчислюємо масові частки компонентів сплаву:

$$w(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{m(\text{Ca}_3\text{P}_2)} \Rightarrow w(\text{Ca}) = \frac{12 \cdot 40}{52,95} = 0,2266, \text{ або } 22,66\%$$

$$w(\text{Ca}_3\text{P}_2) = \frac{40,95}{52,95} = 0,7734, \text{ або } 77,34\%$$

7. Обчислюємо маси фосфору й кальцію у вихідній суміші за рівнянням реакції 1:

$$\nu(\text{P}) : \nu(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 2 : 1, \Rightarrow \nu(\text{P}) = 2 \cdot 0,225 \text{ моль} = 0,45 \text{ моль}$$

$$m(\text{P}) = 0,45 \text{ моль} \cdot 31 \text{ г/моль} = 13,95 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Ca}) : \nu(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 3 : 1, \Rightarrow \nu(\text{Ca}) = 3 \cdot 0,225 \text{ моль} = 0,675 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}) = 0,675 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 27 \text{ г}$$

$$m_{\text{зар.}}(\text{Ca}) = 12 \text{ г} + 27 \text{ г} = 39 \text{ г}$$

8. Обчислюємо масові частки фосфору й кальцію у вихідній суміші:

$$w(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{m(\text{суміші})} \Rightarrow w(\text{P}) = \frac{13,95 \text{ г}}{52,95 \text{ г}} = 0,2635, \text{ або } 26,35\%;$$

$$w(\text{Ca}) = \frac{39 \text{ г}}{52,95 \text{ г}} = 0,7365, \text{ або } 73,65\%$$

Відповідь: у вихідній суміші: 73,65% Ca і 26,35% P;

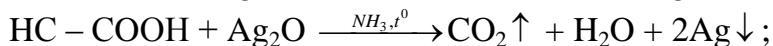
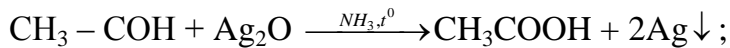
у сплаві: 22,66% Ca і 77,34% Ca₃P₂.

Задача 6. (10 балів)

У склянках містяться п'ять різних рідин: толуол, олеїнова кислота, мурашина кислота, ацетальдегід, метанол. Як, грунтуючись на відмінності фізичних і хімічних властивостей, можна визначити кожна з цих рідин. Запропонуйте послідовність дій та наведіть відповідні рівняння реакцій.

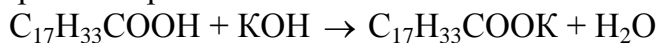
Розв'язок

1. Мурашину кислоту та ацетальдегід виявляємо за допомогою реакції «срібного дзеркала»:



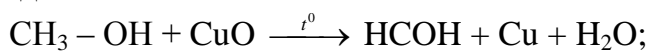
Лакмусом виявляємо мурашину кислоту – фіолетовий лакмус червоніє.

2. Додаємо до рідин, які залишилися, розчин калію гідроксиду. З олеїною кислотою утворюється розчинний калій олеат:



3. Толуол з калій гідроксидом не реагує й у воді не розчиняється, а тому залишаються два шари рідини, що не змішуються між собою.

4. Метанол розчиняється в лузі. Виявити його хімічним шляхом можна за реакцією з купрум(II) оксидом:



При цьому виділяється характерний запах формальдегіду.