**ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ**

**ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

**КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА**

**ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

**Завдання ІІІ етапу 57-ї Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**

**(18.01.2020 р.)**

**8 клас**

**Теоретичний тур**

**1. Гази, ще раз гази і нічого крім газів**

Гази **А** і **Б** є бінарними сполуками Гідрогену. При згорянні **А** утворюється газ **В**, а при повному згорянні **Б** – газ **Г**. Крім того, газ **Г** утворюється при спалюванні газу **Д**. Відомо, що **В** не горить і не підтримує горіння, а **Г** спричиняє помутніння вапняної води. Відносна густина за воднем **В** та **Д** однакова і становить 14.

1) Визначте речовини **А**—**Д** та складіть рівняння реакцій горіння, зазначених у задачі.

2) **А** може згоряти без утворення **В**. Наведіть рівняння відповідної реакції та умови її перебігу.

3) Як взаємодіють між собою **А** та **Г** у водному розчині? Наведіть рівняння реакцій.

**2. Мийні засоби**

Основним компонентом мила є натрій стеарат C18H35O2Na, а шампунів – натрій лаурилсульфат C12H25SO4Na. Кожна сполука є сіллю і має йонну будову.

1) У якій сполуці масова частка Натрію більша? Відповідь дайте на підставі розрахунків.

2) Скільки всього йонів (в шт.) міститься у бруску мила масою 70 г, якщо масова частка натрій стеарату в ньому становить 80 %?

3) Враховуючи, що ціна натрій стеарату складає 200 грн/кг, а натрій лаурилсульфату – 210 грн/кг, визначте, аніон якої солі є дорожчим.

**3. Ланцюжок перетворень**



1) Знайдіть елементи **X** та **Y**, якщо масова частка **Х** у сполуці **XY** становить 67,01 %, а в **X**О – 80,25 %.

2) Напишіть рівняння реакцій для перетворень, указаних на схемі стрілками. Зазначте умови перебігу реакцій.

3) Складіть рівняння реакцій **X(**NO3)2 з лугом, які відбуваються за різних співвідношень кількостей реагентів.

**4. Де ж метал?**

Речовина **Х** чорного кольору є оксидом металічного елемента **Е**. З метою добування простої речовини **Е** хімік нагрівав 5,22 г **Х** у струмені водню до сталої маси. Однак замість металу утворилося 4,26 г речовини **Y** у вигляді світло-зеленого порошку.

1) Визначте **Х**, **Y** та **Е**, якщо **Y** — бінарна сполука, яка містить 77,45 % **Е** за масою.

2) Складіть рівняння реакції **Х** із воднем.

3) Як би ви добули речовину **Е** із речовини **Х**? Наведіть відповідне хімічне рівняння.

**Тест**

*Для кожного із завдань 1—5 запишіть літеру з правильною відповіддю.*

1. Хімічна реакція відбувається між оксидами

А. FeO і MgO;

Б. Fe2O3 і CaO;

В. SiO2 і СO2;

Г. NO і H2O.

2. Формула одного із продуктів реакції між сполуками Ba(OH)2 і SO2

А. BaSO3;

Б. BaSO4;

В. BaS.

3. Нуклонне число — це сумарна кількість в атомі

А. протонів і нейтронів;

Б. протонів і електронів;

В. нейтронів і електронів;

Г. протонів, електронів і нейтронів.

4. Відносна густина газу за іншим газом

А. залежить від температури і тиску

Б. залежить лише від тиску

В. залежить лише від температури

Г. не залежить від температури і тиску

1. Порядкові номери елементів, атоми кожного з яких містять однакову кількість усіх *s*- і всіх *p*-електронів

А. 6, 12

Б. 8, 14

В. 8, 12

Г. 6, 14

1. Укажіть відповідність (*запишіть кожну цифру, а після неї — відповідну літеру*):

|  |  |
| --- | --- |
| *Об’єм газу (н. у.)* | *Загальна кількість атомів* |
| 1. 2,24 л амоніаку
2. 11,2 л чадного газу
3. 5,6 л аргону
4. 22,4 л водню
 | А. 6 · 1023Б. 2,4 · 1023В. 3 · 1023Г. 12 · 1023Ґ. 1,5 · 1023 |

1. Укажіть усі варіанти відповідності (*записуйте кожну цифру, а після неї — відповідні велику і малу літери*):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Тип реакції* | *Реагент (реагенти)* | *Продукт (продукти)* |
| 1. Реакція розкладу
2. Реакція сполучення
 | А. Проста речовинаБ. Складна речовинаВ. Дві прості речовиниГ. Дві складні речовиниҐ. Проста і складна речовини | а. Проста речовинаб. Складна речовинав. Дві прості речовиниг. Дві складні речовиниґ. Проста і складна речовини |

1. Розмістіть частинки в ряд за збільшенням їхніх радіусів (*запишіть літери у відповідній послідовності*)

А. F-

Б. Ne

В. Na

Г. Mg2+

**8 клас**

**Уявний експеримент**

**1. Розпізнаємо порошки**

У п’яти пронумерованих пробірках без етикеток містяться білі порошки. Серед них — **натрій** **сульфат**, **натрій** **карбонат**, **кальцій** **карбонат**, **суміш** **натрій** **сульфату** і **кальцій** **карбонату**, **суміш** **натрій** **карбонату** і **кальцій** **карбонату**.



У вашому розпорядженні — розчин нітратної кислоти, промивалка з дистильованою водою, кілька порожніх пробірок, інший необхідний посуд, матеріали і обладнання.

Запропонуйте експеримент із визначення вмісту кожної пробірки, зазначте послідовність ваших дій, напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

**2. Готуємо розчин**

У хімічній лабораторії готують розчини розчиненням речовини у воді, змішуванням двох її розчинів або розбавлянням наявного розчину водою. Часто виникає потреба приготувати розчин із певною концентрацією розчиненої речовини.

Уявіть, що у вашому розпорядженні — ємності з такими рідинами:

|  |  |
| --- | --- |
| Похожее изображение |  |
| Н2О (дист.) | **Олеум** (20 %-й р-н SO3 в чистій H2SO4) |

Вам потрібно приготувати 350 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 8 %.

2.1. Проведіть необхідні розрахунки.

**9 клас**

**Теоретичний тур**

**Завдання 1.**

Зріджений нафтовий газ, що використовується в якості пального для автомобілів, складається із суміші двох речовин із загальними формулами C3H8 (пропан) та С4Н10 (бутан). Щоб дізнатися кількісний склад такого газу, у закритий реактор закачали 44,8 л (н.у.) газової суміші та надлишок кисню об’ємом **V** (н.у.) і утворену суміш підпалили. При згорянні пропану та бутану утворюються оксиди кожного з елементів, що утворюють ці речовини, причому елемент в цих оксидах знаходиться у максимальному ступені окиснення. Після згоряння реакційну суміш привели до нормальних умов. При цьому її загальний об’єм склав 199,2 л, а при подальшому пропусканні суміші через надлишок розчину натрій гідроксиду об’єм зменшився до 42,4 л.

1. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що згадуються в умові задачі.
2. Обчисліть об’єм кисню **V**.
3. Обчисліть склад пропан-бутанової суміші за масою у відсотках.
4. Обчисліть масу солі, що утворилась після пропускання продуктів згоряння через розчин натрій гідроксиду.

**Завдання 2.**

Елемент **Х** в природі зустрічається у складі більш ніж півтори сотні мінералів. Серед них можна виділити кілька з найбільшою масовою часткою елементу **Х** - мінерали **А** (86,6% **Х**), **B** (77,5% **Х**) та **С** (68,3% **Х**). При прожарюванні **А** в атмосфері кисню за температури 1500 °С, утворюється оксигеновмісна сполука **D** (92,83% **Х**) та газ **E**. Каталітичним окисненням **Е** отримують бінарну речовину **F**. Маса молекули **F** у 1,25 рази більша за масу молекули речовини **Е**. Речовина **F**, реагуючи з водою, утворює сильну двохосновну кислоту **G**, яка є одним з найважливіших продуктів хімічної промисловості. При взаємодії **G** та **D** утворюється речовина, що є основним компонентом мінералу **С**. Цю ж речовину можна отримати і в реакції **B** з  кислотою **G**.

1. Встановіть формули зашифрованих речовин  **A**, **В**, **С**, **D**, **Е**, **F**, **G**. Відповідь підтвердіть розрахунками.
2. Запишіть рівняння всіх згаданих в умові реакцій.
3. Запишіть дві принципово різні реакції взаємодії кислоти **G** з металами.

**Завдання 3.**

 Наважку купрум (ІІ) оксиду масою 20 г помістили у нагрітий водний розчин, що містить стехіометричну кількість сульфатної кислоти (w(H2SO4) = 20%). Після закінчення реакції реакційну суміш охолодили до 20 °С.

1. Обчисліть масу мідного купоросу, що викристалізується з утвореного розчину, якщо розчинність CuSO4 при 20 °С складає 20,9 г на 100 г води.

Інколи у лабораторії доводиться готувати розбавленні розчини речовин, додаючи воду до більш концентрованих.

1. Обчисліть масу води, що необхідно додати до 20%-го розчину сульфатної кислоти, щоб отримати 200 г 15%-го розчину.

**Завдання 4.**

 Всі ми знаємо, що одиницею вимірювання маси в *SІ* є кілограм. Однак ще донедавна це була єдина одиниця, значення якої було визначене не через базові фундаментальні фізичні константи, а ґрунтувалося на об’єкті, створеному людиною. Таким об’єктом був шматок сплаву платини (w=90%) та іридію (w=10%), що зберігався у Франції. Саме маса цього сплаву була прийнята за 1 кг, а маси всіх інших об’єктів визначалися в порівнянні з цим еталонним зразком. Звичайно, такий підхід є дуже незручним та ненадійним, оскільки при втраті або пошкодженні еталону кілограму вся наукова спільнота потрапила б у дуже скрутне становище. Лише у травні 2019 року вчені змінили визначення кілограму і прив’язали його до фундаментальної фізичної константи (сталої Планка), значення якої жодним чином не залежить від дій людей.

1. Обчисліть маси іридію та платини в еталоні кілограму
2. Обчисліть кількість атомів в еталоні кілограму
3. Обчисліть масу одного атому Платини (кг)
4. Поясніть, чому для виготовлення еталону кілограму не можна було використовувати, наприклад, мідь. Відповідь аргументуйте рівняннями реакцій.

**Завдання 5. Тест**

1. Укажіть схему, що відповідає перетворенню N0 → N+3

А 1s22s22p3 – 3e → 1s22s2

Б 1s22s22p3 + 3e → 1s22s22p6

В 1s22s22p5 + e → 1s22s22p6

Г 1s22s22p3 − 3e → 1s22s22p6

2. Виберіть напівсхему реакції, в якій утвориться основна сіль:

А Fe(OH)3  + 3HCl →

Б Fe(OH)3 + 2HCl →

В 2NaOH + H2SO4 →

Г NaOH + H2SO4 →

3. У речовинах якого ряду наявний лише ковалентний зв’язок?

А Na, H2, HF, NaOH, H2O

Б H2O, O2, HCl, Br2, NH3

В CuCl2, NaOH, HCl, O3, P2O5

Г HCl, NaCl, Cl2, H2O, NaOH

4. Вкажіть правильне твердження щодо положення у періодичні системі елементів, які виявляють у сполуках мінімальний ступінь окиснення *−3*

А головна підгрупа ІІ групи

Б побічна підгрупа ІІІ групи

В головна підгрупа V групи

Г побічна підгрупа V групи

5. Оберіть правильні твердження щодо реакції Cr2O3 + H2 = Cr + H2O

1 Хром в оксиді окислюється

2 Хром в оксиді відновлюється

3 Оксиген в оксиді окислюється

4 Гідроген водню окислюється

5 Гідроген водню відновлюється

А правильні 1 та 3 Б правильні 2 та 4

В правильні 3 та 4 Г правильні 4 та 5

6. Вкажіть у скільки разів зросте швидкість реакції СО(г) + Cl2(г) ⇆ COCl2(г), якщо підвищити температуру від 40°С до70°С, температурний коефіцієнт реакції становить 4.

А у 8 разів Б у 16 разів В у 64 рази Г у 256 разів

7. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:

Na → Na2O2 → Na2O → NaOH → NaHCO3

А Na Б H2O В O2 Г CO2

8. Установіть відповідність між напівсхемою реакції та характеристикою цієї реакції

|  |  |
| --- | --- |
| А AlCl3 + KOH → | 1 утворення осаду |
| Б K2SO3 + H2SO4 → | 2 виділення газу |
| В H3PO4 + NaOH → | 3. практично не відбувається |
| Г NaCl + K2SO3 → | 4 утворення води |
|  | 5 утворення води і виділення газу |

**9 клас**

**Уявний експеримент**

**Завдання 1. «Титрування»**

Одним з основних методів аналітичної хімії є титрування – встановлення концентрації розчину певної речовини шляхом вимірювання об’єму розчину іншої речовини (точно відомої концентрації), що пішов на взаємодію із ним.

Для визначення концентрації розчину Na2CO3 провели його титрування 0,1М розчином хлоридної кислоти. Для цього відібрали аліквоту досліджуваного розчину об’ємом 10 мл, додали до неї декілька крапель індикатору фенолфталеїну та повільно, крапля за краплею, додавали розчин хлоридної кислоти до того моменту, коли досліджуваний розчин знебарвився. Для більшої точності описані операції повторили три рази, кожного разу фіксуючи об’єм розчину HCl, що пішов на титрування. В результаті у трьох дослідах отримали такі значення V(HCl): 19,8  мл, 20,2 мл, 20,0 мл.

1. **Запишіть** рівняння реакції, що відбувалася при титруванні до першої точки еквівалентності (знебарвлення розчину), якщо відомо, що фенолфталеїн змінює своє забарвлення при рН близько 8.
2. **Обчисліть** молярну концентрацію досліджуваного розчину Na2CO3.
3. Якщо до розчину після закінчення титрування в фенолфталеїном додати кілька крапель метилового оранжевого та продовжити титрування, то через деякий час колір досліджуваного розчину зміниться з жовтого на рожевий. **Поясніть** **причину** зміни забарвлення, навівши **рівняння відповідної реакції** та **обчисліть** який **об’єм** розчину хлоридної кислоти піде на титрування з метиловим оранжевим. Відомо, що метиловий оранжевий змінює своє забарвлення приблизно в інтервалі рН 3-4.
4. Розчин, отриманий після титрування з метиловим оранжевим, випарили. **Вкажіть формулу** речовини, що складає твердий залишок та **обчисліть її** **масу**.

**Задача 2. «Неуважний лаборант».**

 Одного разу лаборант для проведення хімічних дослідів приготував у пробірках концентровані розчини п’яти речовин – AlCl3, K2SO4, Na2S, AgNO3, KI. Однак, через свою неуважність він забув підписати у якій пробірці розчин якої речовини знаходиться. Спочатку він засмутився, але згодом вирішив, що знання хімії допоможуть йому виправити помилку і встановити вміст кожної з пробірок навіть не використовуючи ніяких додаткових реактивів.

Для цього лаборант пронумерував пробірки і, відбираючи певну кількість розчину з них, зливав їх попарно між собою і записував у таблицю які ознаки хімічних реакцій він спостерігав. Потім, ґрунтуючись на знаннях властивостей неорганічних сполук, лаборант заповнив аналогічну таблицю вже з формулами солей. Порівнявши обидві таблиці між собою, він однозначно встановив вміст кожної пробірки.

1. **Заповніть таблицю**, навівши у кожній комірці ознаки хімічних реакцій (осад, виділення газу, зміна кольору, поява запаху тощо) між речовинами, зазначеними у рядку та стовбці, що утворюють дану комірку.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **AlCl3** | **K2SO4** | **Na2S** | **AgNO3** | **KI** |
| **AlCl3** |  |  |  |  |  |
| **K2SO4** |  |  |  |  |  |
| **Na2S** |  |  |  |  |  |
| **AgNO3** |  |  |  |  |  |
| **KI** |  |  |  |  |  |

1. **Запишіть** рівняння всіх реакцій, що відбувалися в ході досліду.
2. Відомо, що при зливанні розчину пробірки №1 з кожним з решти чотирьох розчинів у трьох випадках ніяких ознак реакцій не спостерігалось, а в одному – випав білий кристалічний осад. Розчин якої речовини містився в пробірці №1?

**10 клас**

**Теоретичний тур**

**Задача 1.**

Халькопірит (**Х**) є поширеним мінералом до складу якого входять два метали **А** та **Б**, які дуже широко використовуються в сучасному світі. Прожарювання 1,833 г **Х** на повітрі призводить до утворення трьох оксидів **В**, **Г**, та газу **Д**. Суміш оксидів **В** та **Г** розчинили в надлишку сірчаної кислоти. При цьому утворився розчин двох солей **Є** та **Ж**. Обробка цього розчину надлишком залізних ошурок призвела до утворення осаду та розчину солі **З**. Осад **Y** відділили від розчину, промили надлишком кислоти, водою та висушили на повітрі, отримавши метал **Б** масою 0,635 г. Розчин солі **З** обробили надлишком лугу в інертному середовищі. При цьому утворився осад сполуки **І** сіро-зеленого кольору. Прожарювання **І** веде до отримання речовини **К**, відновлення якої вуглецем веде до утворення 1,396 г металу **А**. Розчин сполуки **Д** у воді має забарвлює лакмусовий папірець у червоний колір.

1. Визначне склад халькопіриту та інші, зашифровані в умові речовини.
2. Запишіть рівняння реакцій, згаданих в умові задачі.
3. Якою кислотою не можна промивати осад **Y**? Чому? Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
4. Де знаходить використання сполука **Д**?

**Задача 2.**

Нагрівання суміші ортофосфату кальцію, вуглецю та діоксіду кремнію до 1500 оС є промисловим методом синтезу простої речовини **Х**, деякі перетворення якої зображено на схемі нижче (excess – надлишок):



1. Розшифруйте зашифровані речовини, якщо всі вони містять атоми речовини **Х** у своєму складі.
2. Запишіть рівняння хімічних перетворень, про які йдеться в задачі.
3. Наведіть просторову структуру часточок з яких складаються сполуки **Х**, **B**, **C**, **I**, **M**, SO3 та H2O та запишіть гібридизацію центрального атома в них.
4. Сполука **К** в твердому стані має іонну, а в газуватому – молекулярну будову. Наведіть просторову структуру часточок з яких складається **К** в обох станах.
5. Наведіть просторову будову кислот **F**, **H** та **L**. Запишіть рівняння взаємодії кожної з них з надлишком лугу.

**Задача 3.**

На малюнку зображена цинк-мідна гальванічна комірка.



1. Вкажіть катод (К) та анод (А) на малюнку та запишіть схему гальванічного елемента праворуч від малюнку.
2. Запишіть рівняння відповідних напівреакцій на електродах, а також рівняння реакції, яка відбувається в комірці.
3. Зобразіть напрямок руху електронів на малюнку на вкажіть який заряд (+ чи -) мають К та А.
4. Розрахуйте стандартну ЕРС цього гальванічного елемента, якщо стандартні електродні потенціали дорівнюють: Ео(Cu2+/Cu) = 0.337 B, Ео(Zn2+/Zn) = -0.763 B.
5. Розрахуйте ЕРС та енергію Гіббса цинк-мідного елемента, за умови, що концентрація розчину сульфату цинку дорівнює 0,1 М, а сульфату міді – 0,5 М при 298 К.
6. Розрахуйте стандартний електродний потенціал пари Cu2+/Cu+, якщо Ео(Cu+/Cu) = 0.521 B.

**Задача 4.**

Нижче наведено схему перетворень виходячи з етину:



Відомо наступне:

* Сполуки **А**, **В** і **С** мають однакову найпростішу формулу
* Лише сполука **А** здатна реагувати з розчином [Ag(NH3)2]OH
* Молекула **С** має вісь симетрії 6-го порядку
* Сполуки **А** і **В** легко приєднують бром на холоду, а сполука **С** не реагує з ним у темряві навіть при нагріванні.
* Сполука **С** може реагувати з бромом при освітленні, при цьому утворюється одна монобромпохідна та 4 дибромпохідні.
1. Встановіть сполуки **A** – **D**.
2. Напишіть рівняння усіх згаданих реакцій.
3. Наведіть формули речовин, що утворяться при реакції **А** і **В** з надлишком гідрогенбромиду.
4. Напишіть, які продукти утворяться при взаємодії сполук **А** і **В** з воднем на каталізаторі Ліндлара (Pd/CaCO3/Pb(CH3COO)2).

**Задача 5.**

Розклад пентахлориду фосфору до його трихлориду в газовій фазі є зворотнім процесом.

1. Запишіть рівняння розкладу пентахлориду фосфору в газовій фазі.

Енергія Гіббса цієї реакції при 300 оС складає -2310 Дж моль-1.

1. Розрахуйте значення константи рівноваги та склад (у мол.%) рівноважної суміші за цієї температури, якщо загальний тиск складає 1 бар.
2. Розрахуйте, при якому загальному тиску ступінь дисоціації буде дорівнювати 15%?

**Задача 6. Тест**

1. Укажіть формули речовин, які потрібно використати, щоб реакція відбулась відповідно до скороченого рiвняння 2H+ + SO32−= H2O + SO2

А ZnSO3 і HCl

Б CuSO3 і HBr

В K2SO3 і HCl

Г MgSO3 і H2SO4

1. Укажіть суму локантів, що є в назві алкану за номенклатурою IUPAC.



А 2 Б 6 В 4 Г 8

1. Унаслідок розчинення калій гідроксиду масою 56 г утворився розчин об'ємом 2 л, молярна концентрація КОН в якому:

А. 0,5 М; Б. 1,0 М; В. 1,5 М; Г. 2,0 М

1. Оберіть продукти повного окиснення метаналю аміачним розчином аргентум(І) оксиду при нагріванні

А метанова кислота і срібло

Б метанол і срібло

В вуглекислий газ, вода і срібло

Г аргентум(I) форміат і вода

1. Оберіть продукти, які можна одержати при нагріванні суміші кристалічних натрій ацетату та натрій гідроксиду

А етан Б метан В вуглекислий газ

Г натрій карбонат Д натрій гідрогенкарбонат

1. Оберіть правильні твердження

1 Для толуену, на відміну від бензену, характерна реакція гідрування (гідрогенізації)

2 Толуен, на відміну від бензену, взаємодіє з розчином калій перманганату

А правильне лише перше

Б правильне лише друге

В обидва правильні

Г обидва неправильні

1. Установіть послідовність утворення сполук під час перетворення ненасиченого вуглеводню на калій фенолят

А бензен

Б ацетилен

В фенол

Г хлоробензен

1. Установіть відповідність між карбоновими кислотами та ізомерними естерами

|  |  |
| --- | --- |
| А гексанова кислота | 1 етилметаноат |
| Б бутанова кислота | 2 ізопропілетаноат |
| В пропанова кислота | 3 етилбутаноат |
| Г пентанова кислота | 4 бутилпропаноат |
|  | 5 етилетаноат |

1. Обчисліть масу розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 25%, який витратиться на добування мила з 250 г стеаринової кислоти, що містить 14,8% домішок.

**10 клас**

**Уявний експеримент**

**Задача 1.**

В сіми пронумерованих пробірках знаходяться розчини NaOH, H2SO4, Na2CO3, MgCl2, Ba(NO3)2, AgNO3, Na3PO4.

1. Заповніть таблицю, вказавши зовнішні ознаки реакцій, що відбуваються. Використовуйте наступні позначення:

|  |  |
| --- | --- |
|  – немає видимих змін ↓ утворюється осад (вкажіть колір) | ↑ виділяється газto відбувається розігрівання |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NaOH | H2SO4 | Na2CO3 | MgCl2 | Ba(NO3)2 | AgNO3 | Na3PO4 |
| NaOH |  |  |  |  |  |  |  |
| H2SO4 |  |  |  |  |  |  |  |
| Na2CO3 |  |  |  |  |  |  |  |
| MgCl2 |  |  |  |  |  |  |  |
| Ba(NO3)2 |  |  |  |  |  |  |  |
| AgNO3 |  |  |  |  |  |  |  |
| Na3PO4 |  |  |  |  |  |  |  |

1. Запишіть рівняння відповідних реакцій в іонному вигляді (там, де вони проходять):

Результати відповідних дослідів по попарній взаємодії вмісту пробірок наведено в таблиці нижче (номер в таблиці відповідає номеру пробірки):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | X |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Білий осад | X |  |  |  |  |  |
| 3 | Сірувато-жовтий осад | Розігрівання, газ | X |  |  |  |  |
| 4 | Жовтий осад | - | - | X |  |  |  |
| 5 | - | Білий осад | Білий осад | Білий осад | X |  |  |
| 6 | Темний осад | Розігрівання | - | - | - | X |  |
| 7 | Білий сірчистий осад | - | Білий осад | Білий осад | - | Білий осад | X |

1. Визначте вміст кожної пробірки:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пробірка: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Речовина: |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

**І. Приготування та стандартизація 0,1 М розчину кислоти.**

В таблиці нижче наведено залежність концентрації розчину соляної кислоти від її густини:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Густина, г/см3 | Концентрація, М | Густина, г/см3 | Концентрація, М |
| 1,1032 | 6,355 | 1,1443 | 9,103 |
| 1,1083 | 6,687 | 1,1493 | 9,457 |
| 1,1135 | 7,024 | 1,1543 | 9,813 |
| 1,1187 | 7,365 | 1,1593 | 10,18 |
| 1,1239 | 7,707 | 1,1642 | 10,54 |
| 1,129 | 8,05 | 1,1691 | 10,9 |
| 1,1341 | 8,398 | 1,174 | 11,27 |
| 1,1392 | 8,749 | 1,1789 | 11,64 |

Виміряна густина соляної кислоти, яка була використана для приготування стандартного розчину, складала 1,166 г/см3.

1. Відповідно до таблиці визначте концентрацію в М та розрахуйте приблизний об’єм розчину кислоти, який треба використати для приготування 1 л 0,1 М стандартного розчину.

Необхідний об’єм кислоти було кількісно перенесено у мірну колбу на 1 л, яка містила 200 - 300 мл дистильованої води, доведено до мітки водою та ретельно перемішано.

1. Для чого в мірну колбу попередньо наливали дистилят?
2. Запишіть рівняння реакції взаємодії бури з соляною кислотою в іонному вигляді, якщо в точці еквівалентності в розчині присутні лише борна кислота та хлорид натрію.

 Наважку бури масою 2,7841 г кількісно перенесли в мірну колбу об’ємом 100 мл, додали приблизно половину теплої дистильованої води, перемішали до розчинення, довести до мітки дистильованою водою, ще раз ретельно перемішали. Аліквоту 10 мл отриманого розчину титрували соляною кислотою з індикатором метиловим червоним до переходу забарвлення від жовтого до оранжево-жовтого. Результати титрування наведено у таблиці:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Титрування | 1 | 2 | 3 | 4 | Значення, прийняте для розрахунків: |
| Об’єм HCl, мл | 15,0 | 15,4 | 14,9 | 15,1 |  |

1. Запишіть в таблицю об’єм соляної кислоти, яке ви будете використовувати для розрахунків та розрахуйте концентрацію розчину соляної кислоти (відповідь дайте до четвертого знаку після коми).
2. Розрахуйте рН розчину стандартного розчину соляної кислоти.
3. Поясніть, чому концентрація стандартного розчину відрізняється від 0,1 М.

**ІІ. Визначення складу суміші карбонату та гідрокарбонату натрію.**

Константи дисоціації вугільної кислоти (рК1 = 6,37, рК2 = 10,33) розрізняються достатньо суттєво для того, щоб підібравши відповідні індикатори, можна було відтитрувати її за кожною стадією окремо. Нижче в таблиці наведено інтервали рН переходу забарвлення деяких розповсюджених кислотно-основних індикаторів

|  |  |
| --- | --- |
| Індикатор | Інтервал зміни забарвлення, од. рН |
| Тимоловий синій | 1,2 – 2,8 |
| Метиловий оранжевий | 3,1 – 4,4 |
| Алізариновий червоний | 4,2 – 6,2 |
| Фенолфталеїн | 8,0 – 9,6 |
| Нільський синій А | 10,0 – 11,0 |

1. Запишіть в іонному вигляді послідовні рівняння взаємодії розчину карбонату натрію з соляною кислотою.
2. Розрахуйте рН в точці еквівалентності за першим та другим рівнянням при титруванні 0,1 М розчину карбонату натрію соляною кислотою (зміною об’єму знехтуйте).
3. На підставі отриманих даних оберіть індикатори для послідовного титрування суміші карбонату та гідрокарбонату натрію соляною кислотою (якщо ви не змогли виконати розрахунки в п. 2.7, прийміть, що рН (за першим рівнянням) = 8,50, а рН (за другим рівнянням) = 5,00).

|  |  |
| --- | --- |
|  | Індикатор |
| 1 стадія |  |
| 2 стадія |  |

 Наважку суміші карбонату та гідрокарбонату натрію кількісно перенесли та розчинили в мірній колбі на 250 мл, довели до мітки дистильованою водою та ретельно перемішали. Аліквоту 20 мл отриманого розчину титрували стандартним розчином соляної кислоти послідовно з індикаторами відповідно до п.2.8. Результати титрування наведено у таблиці:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Титрування | 1 | 2 | 3 | 4 | Значення, прийняте для розрахунків: |
| Об’єм HCl, мл, Індикатор 1 | 10,2 | 10,2 | 10,5 | 10,1 |  |
| Об’єм HCl, мл, Індикатор 2 | 16,0 | 16,3 | 16,5 | 16,4 |  |

1. Запишіть в таблицю об’єми соляної кислоти, які ви будете використовувати для розрахунків та розрахуйте склад (у мас. %, з точністю до двох знаків після коми) та масу наважки суміші. Якщо ви не змогли розрахувати концентрацію соляної кислоти в першій частині, вважайте, що вона дорівнює 0,1М)

**11 клас**

**Теоретичний тур**

**Задача 1. Нуклеофіли та електрофіли**

В органічній хімії широко використовуються поняття «нуклеофіл» та «електрофіл». Під *нуклеофілом* мають на увазі молекулу чи іон, що в процесі реакції виступає донором електронної пари, а під *електрофілом* – акцептором. Атоми, що при цьому безпосередньо беруть участь в утворенні зв’язку, називають відповідно *нуклеофільними* та *електрофільними* *центрами*. Молекула чи іон може мати декілька нуклеофільних та/або електрофільних центрів, а отже, бути бінуклеофілом чи біелектрофілом, а у випадку багатостадійних процесів – змінювати свою роль. Слід зазначити, що для деяких реакцій (зокрема, тих, що відбуваються за радикальним чи синхронним механізмом) поняття «нуклеофіл» та «електрофіл» використовувати не можна.

1. Для наведених нижче перетворень встановіть нуклеофіли та електрофіли, а також позначте нуклеофільний(-ні) та електрофільний(-ні) центри. Зверніть увагу, що деякі з наведених перетворень можуть бути багатостадійними (наведіть всі стадії).
2. Наведіть будову органічних сполук – продуктів згаданих перетворень.

**Задача 2.**

Одним з основних методів отримання водню на даний час є парова конверсія метану (реакція метану з водяною парою) з отриманням синтез-газу (реакція 1). Якщо кінцевою метою є отримання саме водню, то синтез-газ подають на подальшу парову конверсію з метою видалення карбон(II) оксиду (реакція карбон(II) оксиду з водяною парою це реакція 2).

1. Запишіть хімічні рівняння реакцій (1) і (2) та розрахуйте їх теплові ефекти$ Δ\_{r}H\_{298}^{°}\left(1\right)$ та $Δ\_{r}H\_{298}^{°}\left(2\right) $використовуючи наведені довідникові дані.

|  |  |
| --- | --- |
| Метан:$ Δ\_{c}H\_{298}^{°}$\* = –890,0 кДж·моль–1; | Вода: $Δ\_{f}H\_{298}^{°}$ = –285,8 кДж·моль–1; $Δ\_{v}H\_{298}^{°}$ = 44,0 кДж·моль–1; |
| Карбон(II) оксид: $Δ\_{f}H\_{298}^{°}$= –110,5 кДж·моль–1 | Карбон(IV) оксид: $Δ\_{f}H\_{298}^{°}$ = –393,5 кДж·моль–1 |

\*Індекси c, f та v відносяться до процесів згорання, утворення та випаровування, відповідно.

2. Поясніть, чому каталітичну реакцію 1 проводять за високих температур (приблизно 1000°С), а процес парової конверсії синтез-газу зазвичай проводять з використанням низькотемпературних каталізаторів за температури приблизно 300°С.

3. Константа рівноваги реакції 2 при 300°С дорівнює 51. Розрахуйте вміст СО у рівноважній суміші, яка була отримана із суміші карбон(II) оксиду та водяної пари, взятих у співвідношенні 1:5. Збільшиться чи зменшиться вміст СО у рівноважній суміші, якщо співвідношення карбон(II) оксиду до пари взяти 1:1?

**Задача 3.**

Три сполуки (А, Б та В) мають брутто-формулу C3H8O. Температури кипіння цих сполук **А**: 10,8°C; **Б**: 82,4°C; **В**: 97,4°C.

1. Наведіть структурні формули сполук **А**, **Б** та **В**.

2. Відсутність яких міжмолекулярних взаємодій зумовлює низьку температуру кипіння **А** у порівнянні з **Б** та **В**?

3. Які міжмолекулярні взаємодії зумовлюють різницю у температурі кипіння **Б** та **В**.

4. Які з вищезгаданих сполук розчинні у воді? Чому?

Дві з вищезгаданих сполук при нагріванні у присутності концентрованої сірчаної кислоти утворюють бінарну газувату сполуку **Г**.

5. Наведіть структуру сполуки **Г** та вкажіть дві вихідних сполуки. Запропонуйте методи синтезу **А**-**В** з сполуки **Г** та неорганічних речовин.

Три сполуки (**Д**, **Е** та **Є**) мають брутто-формулу С2Н4O2 (така сама молекулярна маса, як і у C3H8O). Температури кипіння цих сполук **Д**: 31,8°C; **Е**: 117,9°C;

 **Є**: 131,3°C.

6. Наведіть структурні формули сполук **Д**, **Е** та **Є**. Вкажіть яка(які) з них не розчинні у воді.

Сполука **Є** є твердою з температурою топлення 97 °C, в той час як **Д** та **Е** є рідинами.

7. Поясніть наведений факт.

При розчиненні **Є** у воді утворюються сполуки **Ж** (С2H6O3), **З** (С4H8O4) та **И** (С4H8O4).

1. Наведіть структури сполук **Ж**, **З** та **И**, якщо відомо, що сполука И має дзеркально-поворотну вісь другого порядку.

**Задача 4. Паливо для космічних ракет**

Ефективність рідинних ракетних двигунів на 90% залежить від складу ракетного палива. Ідеальне паливо повинне складатися з легких елементів, що дають максимальну енергію при окисненні. При цьому густина палива повинна бути великою, щоб на борт можна було взяти більшу його масу. Також воно повинно бути сумісним з конструкційними матеріалами, стабільним при зберіганні і, по можливості, недорогим.

З другої половини XX століття суміш речовин **X** і **Y** активно використовується в якості рідкого ракетного палива. Наприклад, у NASA її використовували для двигунів космічних кораблів [«Аполлон»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%BD_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%29), під час польоту на Місяць, у ракетах [«Сатурн»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D1%81%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82-%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%97%D0%B2%29) та [«Титан»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82-%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%97%D0%B2%29). **X** та **Y** містять у своєму складі нітроген (для **X** ω(N)=87,5%, для **Y** ω(N)=46,7%, ω(С)=40,0%) та є дуже токсичними речовинами. У промисловості вони можуть бути отримані з амоніаку за приведеною нижче схемою:



**1.** Визначте речовини **X**, **Y**, **A**, **B** та напишіть рівняння реакцій.

Крім палива ракета везе з собою і окисник. Для суміші **X** та **Y** як правило в якості окисника використовується сполука **Z**, яка за стандартних умов є рідиною, а у своєму складі також містить нiтроген. При взаємодії **Z** з водою утворюється суміш двох кислот **C** (ω(N)=29,8%) та **D**, а при кімнатній температурі **Z** перетворюється на бурий газ **E**.

**2.** Визначте сполуки **Z**, **C**, **D**, **E**.

При взаємодії стехіометричної кількості окисника **Z** із 100 грамами ракетного палива з суміші **X** і **Y** утворюється вода та 145,8 л. (н. у.) сумішідвох газів.

**3.** Напишіть рівняння реакцій компонентів ракетного палива з окисником. Розрахуйте масові та мольні частки **X** і **Y** у ракетному паливі.

**4.** Розрахуйте ентальпії реакцій **X** і **Y** з окисником, якщо відомі ентальпії згоряння **X** і **Y** та ентальпія утворення **Z**. Скільки тепла виділиться при взаємодії 1 кг ракетного палива з пункту **3** з окисником?

ΔH0згор.(**X**) = -622,2 кДж/моль

ΔH0згор.(**Y**) = -1979,3 кДж/моль

ΔH0f(**Z**) = 9.6 кДж/моль

**5.** Які ще речовини можна використовувати в якості рідкого ракетного палива та окисника для нього?

**Задача 5. Реакції розкладу**

Реакції розкладу – реакції, у яких з одної речовини за деяких умов утворюється дві та більше інших сполуки. Нижче наведені агрегатні стани продуктів реакцій розкладу бінарних (1-4) та тринарних (5-10) твердих за н.у. сполук. Наведіть по одному прикладу відповідних речовин, що утворюють такі продукти в наслідок реакції розкладу. Враховуйте те, що агрегатний стан речовини фіксується за умов реакції розкладу, тому за необхідності вкажіть умови перебігу реакцій.

Можливий варіант розв’язку:

**Задача 6. Тест**

1. Укажіть реакцію, для якої зменшення тиску призведе до зміщення рівноваги праворуч

А 2SO2(г) + O2(г) ⇆ 2SO3(г)

Б H2(г) + Cl2(г) ⇆ 2HCl(г)

В N2(г) + 3H2(г) ⇆ 2NH3(г)

**Г** CH4(г) + H2O(г) ⇆ CO(г) + 3H2(г)

1. Позначте газ, який можна збирати способом витіснення води:

А карбон(IV) оксид

**Б** карбон (ІІ) оксид

В амоніак

Г хлор

1. Укажіть групу речовин, рН розчинів яких є більше 7:

А. HCl, NaOH, Ca(OH)2, NaCl

**Б**. KOH, Sr(OH)2, Na2CO3, K2S

В. AlCl3, Na2SO3, HNO3, HI

Г. Ca(OH)2, KOH, AlCl3, K2S

1. Продуктом електролізу водного розчину калій йодиду є:

А. металічний калій і йод;

Б. калій гідроксид, кисень, йод

**В.** калій гідроксид, водень, йод

Г. калій гідроксид, водень, гідрогеніодид

1. Яка сіль утвориться внаслідок взаємодії 1,25 моль ортофосфатної кислоти та 2,5 моль калій гідроксиду

А 1,25 моль калій ортофосфату

Б 2,5 моль калій дигідрогенфосфату

В 2,5 моль калій гідрогенфосфату

**Г** 1,25 моль калій гідрогенфосфату

1. Оберіть правильні твердження щодо взаємодії водного розчину сульфур(IV) оксиду з хлором

**А** Сульфур окислюється

Б Оксиген відновлюється

В Хлор окислюється

Г Сульфур відновлюється

**Д** Хлор відновлюється

1. Установіть відповідність між солями та продуктами їх термічного розкладання

|  |  |
| --- | --- |
| **2 А** NH4NO3 | 1. NH3 + CO2 + H2O |
| **3 Б** NH4NO2 | 2. N2O + H2O |
| **4 В** (NH4)2Cr2O7 | 3. N2 + H2O |
| **1 Г** (NH4)2CO3 | 4. N2 + Cr2O3 + H2O |
|  | 5. NH3 + Cr2O3 + H2O |

1. Установіть послідовність утворення сполук під час синтезу етилацетату

**А** етаналь

**Б** метан

**В** етанова кислота

**Г** етин

1. Обчисліть і вкажіть об’єм амоніаку (н.у.), який виділиться під час взаємодії 2 моль амоній сульфату з надлишком калій гідроксиду, якщо практичний вихід складає 75%.

 **67,2 л**

**11 клас**

**Уявний експеримент**

**Завдання 1. «Титрування»**

Одним з основних методів аналітичної хімії є титрування – встановлення концентрації розчину певної речовини шляхом вимірювання об’єму розчину іншої речовини (точно відомої концентрації), що пішов на взаємодію із ним.

Для визначення концентрації придбаного в аптеці розчину перекису водню (густина 1,010 г/см3) провели його титрування 0,01М розчином перманганату калію. Для цього відібрали аліквоту досліджуваного розчину об’ємом 5,00 мл, помістили у мірну колбу об’ємом 100 мл, довели до мітки та перемішали.

З одержаного розчину відібрали аліквоту 10,00 мл, додали до неї 10 мл сульфатної кислоти (1 моль/л) та повільно, крапля за краплею, додавали розчин перманганату до того моменту, коли досліджуваний розчин набув стійкого ледь-помітного рожевого забарвлення. Для більшої точності описані операції повторили три рази, кожного разу фіксуючи об’єм розчину KMnO4, що пішов на титрування. В результаті у трьох дослідах отримали такі значення V(KMnO4): 17,8  мл, 18,0 мл, 17,8 мл.

1. **Запишіть** рівняння реакції, що відбувалася при титруванні.
2. **Обчисліть** концентрацію аптечного розчину Н2О2 (у % за масою). У відповіді надайте три значущі цифри.
3. Проводячи вищеописане титрування, провізор Дормідонт забув додати кислоту. Отриманий ним результат аналізу виявився сильно заниженим. **Поясніть** цей результат та підтвердіть його **рівняннями реакцій**, що відбуваються.
4. **Поясніть,** чому розчин перманганату калію точної концентрації не можна отримати за точною наважкою KMnO4?

**Завдання 2.**

 Вам видано 10 зразків рідких органічних речовин: бензен, толуєн, 1-бутанол, 2-бутанол, гексанова кислота, 2-метил-2-пропанол, анілін, хлороформ, стирен, фенілацетилен.

Визначте ці речовини використовуючи лише такий набір реагентів: H2O, KMnO4, Br2, CuSO4·5H2O, AgNO3, SnCl2·2H2O, ZnCl2, NaCl, HCl, HNO3, H2SO4, H3PO4, Na2S, NaOH, Na2CO3, NaHCO3, NH3, N2H4, Zn, мідний дріт та потрібне лабораторне обладнання.

Опишіть хід аналізу у вигляді алгоритму:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Реагент** | **Спостереження та рівняння реакцій** | **Речовина, яку визначили** |