Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти ім. М.В. Остроградського

ЗАВДАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗКИ

II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2018-2019 навчальний рік

ЗАВДАННЯ 1.

Номер завдання	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
1.	А	Б	Б	А	В
2.	Г	А	Г	Б	В
3.	В	В	В	В	В
4.	Д	Г	В	Г	Б
5.	Г	Б	Г	Г	Немає правильної відповіді
6.	А	А	А	Г	Г
7.	А,Г	В	А	В	Б,Г
8.	Б,В,Д	А	Б	А	1 Г 2 В 3 А 4 Д
9.	Г,Д,А,Б,В	Г,В,Б,А	А 1 Б 4 В 3 Г 2	Б,Г	В,Г,Б,Д,А
10.	А 3 Б 4 В 2 Г 1	А 2 Б 4 В 1 Г 3	Г	А 3 Б 2 В 1 Г 6	1 В 2 А 3 Д 4 Б

7 клас

ЗАВДАННЯ 2.

Щоб Попелюшка не змогла поїхати на бал, мачуха придумала їй роботу: вона змішала сіль із дрібними цвяхами, дерев'яними ошурками та річковим піском й веліла Попелюшці очистити сіль, а цвяхи скласти в окрему посудину. Попелюшка швидко впоралась із завданням і и поїхала на бал. Поясніть, як можна швидко виконати завдання мачухи.

Розв'язок

Цвяхи відділити магнітом.	1 бал
До суміші, що залишилась додати воду.	1 бал
Сіль розчиниться.	1 бал
Пісок осяде на дно.	1 бал
Дерев'яні ошурки залишаться на поверхні води,	1 бал
які потрібно швидко зібрати	1 бал
Відфільтрувати розчин солі.	1 бал
Випарити очищений розчин.	1 бал
Вода випарується, сіль залишиться	1 бал

Якщо всі дії пояснено й зазначено у правильній послідовності + 1бал

ЗАВДАННЯ 3.

З географічними назвами пов'язано багато хімічних елементів – це так звані елементи-топоніми. Установіть відповідність між назвою елемента: Галій, Гафній, Гольмій, Лютецій, Полоній, Реній, Рутеній, Скандій, Тулій, Францій та географічним об'єктом: Копенгаген, Париж, Польща, Рейн, Росія, Скандинавія, Стокгольм, Франція. Запишіть символи цих хімічних елементів.

Розв'язок

Елемент	Географічний об'єкт	Символ елемента
Галій	Франція	Ga
Гафній	Копенгаген	Hf
Гольмій	Стокгольм	Ho
Лютецій	Париж	Lu
Полоній	Польща	Po
Реній	Рейн	Re
Рутеній	Росія	Ru
Скандій	Скандинавія	Sc
Тулій	Скандинавія	Tm
Францій	Франція	Fr

ЗАВДАННЯ 4.

Речовина складається з двох елементів, в його молекулі 5 атомів. Маса одного з атомів в 3 рази більша сумарної маси решти атомів. Визначте формулу речовини.

Розв'язок

Позначимо важкий атом X, а легкий Y,
тоді формула речовини – XY_4.
Співвідношення мас: m(X) / (4m(Y)) = 3,
звідки m(X) = 12m(Y), або Ar(X) = 12Ar(Y).
Цьому співвідношенню відповідають Карбон і Гідроген.
Отже, формула речовини – CH_4.

ЗАВДАННЯ 5.

Оксиген – найрозповсюджений елемент земної кори. Він входить до складу багатьох природних сполук. В якій з перелічених сполук: $CaCO_3$, SiO_2, Al_2O_3, Fe_3O_4, $MgCO_3$ вміст Оксигену за масою найбільший?

Розв'язок

І спосіб.

Можна не обчислювати масову частку Оксигену, а знайти масу інших елементів, що припадають на три атома Оксигену, – вона буде найменшою при найбільшому масовому вмісті Оксигену.
$CaCO_3$: Ca + C = 40 + 12 = 52 а.о.м.
SiO_2: на 2 атома O – 28 а.о.м. Si, на три атома O – 28*3/2 = 42 а.о.м.
Al_2O_3: 2 атома Al = 54 а.о.м.

Fe_3O_4: на 4 атома O – 3*56 = 168 а.о.м. Fe, на три атома O – 168*3/4 = 126 а.о.м.
$MgCO_3$: Mg + C = 24 + 12 = 36 а.о.м.
Найменша маса решти елементів – в $MgCO_3$.

II спосіб (традиційний)

$CaCO_3$: w(O) = 3*16 / 100 = 0.48
SiO_2: w(O) = 2*16 / 60 = 0.53
Al_2O_3: w(O) = 3*16 / 102 = 0.47
Fe_3O_4: w(O) = 4*16 / 232 = 0.28
$MgCO_3$: w(O) = 3*16 / 84 = 0.57.
Масова частка Оксигену найбільша в $MgCO_3$.

8 клас

ЗАВДАННЯ 2.

Запропонуйте рівняння реакцій, зазначте умови їх перебігу. Зверніть увагу, коефіцієнти в схемі не зазначені:

а) Проста речовина + Проста речовина = Складна речовина
б) Проста речовина = Проста речовина
в) Складна речовина = проста речовина + складна речовина
г) Складна речовина = проста речовина + складна речовина + складна речовина
д) Складна речовина = складна речовина + складна речовина

Розв'язок

Приклади рівнянь реакцій, учні можуть запропонувати власні.

а. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$
б. $3O_2 = 2O_3$
в. $2KNO_3 = 2\ KNO_2 + O_2$
г. $2KMnO_4 = K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
д. $CaCO_3 = CaO + CO_2$

0,5 бала за рівняння,
0,5 бала за кожну речовину
Разом: 10 балів

ЗАВДАННЯ 3.

1) Заповніть прогалини у таблиці.
2) Запишіть схеми електронних оболонок елементів та їх йонів.
3) Напишіть схеми утворення відповідних йонів (потрібно зазначити віддачу чи приєднання електронів).

Розв'язок

Символ хімічного елемента	F	K
Заряд ядра атома	+9	+19
Число електронів	9	19
Масове число	**19**	39
Число нейтронів	10	20
Номер періоду	2	4
Число протонів	9	**19**

- Заповнена таблиця — 2 бали
- F +9)2)7 — 1 бал

K +19)2)8)8)1 — 1 бал

- Атоми неметалічних елементів приєднують електрони до завершення зовнішнього (останнього) енергетичного рівня, перетворюючись на негативно заряджені йони 1 бал

  $F + 1e^- = F^-$ 1 бал

  F^- +9)2)8 1 бал
- Атоми металічних елементів головних підгруп віддають електрони зовнішнього (останнього) енергетичного рівня, перетворюючись на позитивно заряджені йони 1 бал

$K - 1e^- = K^+$ 1 бал

K^+ +19)2)8)8)0 1 бал

ЗАВДАННЯ 4.

Проста речовина, що утворена елементом **X** кількістю 0,5 моль, реагує з киснем об'ємом 14 л (н.у.). При цьому утворюється біла тверда речовина **Y** масою 35,5 г, під час взаємодії якої з гарячою водою утворюється сполука **Z**. Розчин **Z** в присутності метилового оранжевого набуває червоного кольору. Установіть елемент **X**. Відповідь підтвердіть розрахунками. Напишіть рівняння згаданих реакцій, укажіть формули речовин **Y** і **Z.**

Розв'язок

Під час взаємодії простої речовини з киснем переважно утворюються відповідні оксиди.

1 бал

Кількість речовини кисню, в реакції становить:

14 л / 22,4 л/моль = 0,625 моль, 1 бал

а маса: 0,625 моль × 32 г/моль = 20 г. 1 бал

Тоді, за законом збереження маси, на просту речовину припадає

35,5 г – 20 г = 15,5 г 2 бали

й, відповідно, молярна маса **X** становить: 15,5 г / 0,5 моль = 31 г/моль.

Речовина **X** – це фосфор (P). 2 бали

$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$ (**Y**) 1 бал

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$ (**Z**, поява кислоти в розчині призводить до зміни забарвлення індикатора) 2 бали

ЗАВДАННЯ 5.

Під час взаємодії калій хлорату й ферум(II) сульфіду утворюються калій хлорид, оксид Феруму (масова частка Феруму –70%) та сірчистий газ. Напишіть рівняння зазначеної реакції. Яка маса калій хлорату необхідна для взаємодії з ферум(II) сульфідом?

Розв'язок

Визначимо формулу оксиду Феруму.

Нехай маса оксиду Fe_xO_y становить100 г,

тоді $m(Fe)=m(Fe_xO_y)*w(Fe)= 100 г*0,7 = 70 г$

$m(O) = m(Fe_xO_y) – m(Fe) = 100 г – 70 г = 30 г$

$n(Fe) = m(Fe) / M(Fe) = 70 г / 56 г/моль = 1,25 моль$

$n(O) = m(O) / M(O) = 30 г / 16 г/моль = 1,875 моль$

$n(Fe) : n(O) = 1,25 моль : 1,875 моль = 2:3$

Отже, оксид із масовою часткою Феруму 70% має формулу Fe_2O_3.
Складаємо рівняння реакції: $7\ KClO_3 + 6\ FeS = 7\ KCl + 3\ Fe_2O_3 + 6\ SO_2$
Обчислюємо масу калій хлорату:

x г 4,4 г
$7\ KClO_3 + 6\ FeS = 7\ KCl + 3\ Fe_2O_3 + 6\ SO_2$
7*122,5г/моль 6*88г/моль
857,5 528
x = (7*122,5 г/моль) *4,4 г / (6*88г/моль) = 7,15 г
m ($KClO_3$)= 7,15 г

9 клас

ЗАВДАННЯ 2.

Обчисліть масову частку гідроген хлориду (%) в розчині, який одержали доливанням 50 мл води до 200 мл хлоридної кислоти (густина 1,098 г/мл) з масовою часткою гідроген хлориду 20 %.

Розв'язання

За формулою: ρ(р-ну) = m(р-ну) / V(р-ну) обчислюємо масу розчину гідроген хлориду (I): m_1(р-ну) = 1,098 г/мл х 200 мл = 219,6 г.
За формулою: w(HCl) = m(HCl) / m(р-ну) визначаємо масу гідроген хлориду в розчині (I): m(HCl) = w_1(HCl) х m_1(р-ну) = 0,2 х 219,6 г = 43,92 г.
Обчислимо масу води: m(H_2O) = ρ(H_2O) х V(H_2O) = 1 г/мл х 50 мл = 50 г.
Знаходимо масу утвореного (після доливання води) розчину (II):
m_2(р-ну) = m_1(р-ну) + m(H_2O) = 219,6 г + 50 г = 269,6 г.
6. За формулою: w(HCl) = m(HCl) / m(р-ну) обчислюємо масову частку гідроген хлориду в одержаному розчині:
w_2(HCl) = m(HCl) / m_2(р-ну) = 43,92 / 269,6 = 0,163 або 16,3%
Відповідь: w_2(HCl) = 16,3 %.

ЗАВДАННЯ 3.

З якими із перелічених речовин взаємодіє натрій гідроксид: 1) CO_2, 2) Fe (сталь), 3) SiO_2 (кварц), 4) Br_2, 5) Al, 6) NO_2, 7) H_2O, 8) алюміній гідроксид? Напишіть рівняння можливих реакцій та зазначте умови їх протікання.

Розв'язок

1) $NaOH + CO_2 = NaHCO_3$ при надлишку вуглекислого газу
$2\ NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ при надлишку лугу
2) немає реакції
3) $2\ NaOH + SiO_2 = Na_2SiO_3 + H_2O$ при сплавлянні твердих речовин
4) $2\ NaOH + Br_2 = NaBr + NaBrO + H_2O$ переважає при охолодженні розчину
$6\ NaOH + 3\ Br_2 = 5\ NaBr + NaBrO_3 + 3\ H_2O$ переважає при нагріванні розчину
5) $2\ NaOH + 2\ Al + 6\ H_2O = 2\ Na[Al(OH)_4] + 3\ H_2$
6) $2\ NaOH + 2\ NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$
7) немає реакції
8) $NaOH + Al(OH)_3 = Na[Al(OH)_4]$
$3\ NaOH + Al(OH)_3 = Na_3[Al(OH)_6]$
$NaOH + Al(OH)_3 \xrightarrow{t^\circ} NaAlO_2 + 2H_2O$. при сплавлянні

ЗАВДАННЯ 4.

При розчиненні сплаву заліза, магнію та міді масою 76,4 г у хлоридній кислоті виділився газ об'ємом 19,04 л (н.у.) та утворився нерозчинний залишок масою 48 г. Визначте масові частки металів у вихідній суміші.

Розв'язок

48 г – це маса міді, яка не розчиняється в хлоридній кислоті; тоді

m (Fe, Mg) = 76,4 – 48 = 28,4 (г), а $\nu(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{19,04}{22,4} = 0,85$ (моль)

$Fe + 2\ HCl = FeCl_2 + H_2$

$Mg + 2\ HCl = MgCl_2 + H_2$

Якщо маса m (Fe) = 56x, m (Mg) = 24y, то загальна кількість водню становить x + y. Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 56x + 24y = 28,4 \\ x + y = 0,85 \end{cases}$$

x = 0,25 моль; y = 0,6 моль

Тоді m (Fe) = 56x = 56 · 0,25 = 14 (г); m (Mg) = 24y = 24 · 0,6 = 14,4 (г)

$w(Fe) = \frac{14}{76,4} \cdot 100\% = 18,32\%$;

$w(Mg) = \frac{14,4}{76,4} \cdot 100\% = 18,85\%$;

$w(Cu) = \frac{48}{76,4} \cdot 100\% = 62,83\%$

***Відповідь*:** w(Fe) = 18,32%; w(Mg) = 18,85%; w(Cu) = 62,83%.

ЗАВДАННЯ 5.

Важкий мінерал під час обпалювання в надлишку кисню розкладається: $XYS_2 + O_2 = X_2O_3$ (червоно-коричневий) + YO (чорний) + SO_2. Із 9,2 г мінералу утворюється 4,0 г червоно-коричневого продукту та 4,0 г чорного продукту. Який об'єм сірчистого газу (н.у.) утворюється з 9,2 г мінералу? Яку масу солі сульфатної кислоти можна одержати з 4,0 чорного продукту? Який колір має ця сіль сульфатної кислоти?

Розв'язок

Із 9,2 г сульфіду двох елементів утворюється два оксиди:

$2\ XYS_2 + 6,5\ O_2 = X_2O_3$ (червоно-коричневий) + 2 YO (чорний) + 4 SO_2

У 2 моль вихідного сульфіду 4 атома Сульфуру замінюються на 5 атомів Оксигену.

Різниця мас оксидів та сульфідів (1,2 г) відповідає 32x4 – 16x5 = 48 у.о.

Тоді молярна маса сульфіду 9,2*(48 / 1,2) / 2 = 184, на Сульфур в ньому приходиться 64, на 2 елемента 120.

По формулам і кольорам оксидів підходить пара Купрум – Ферум.

$2\ FeCuS_2 + 6,5\ O_2 = Fe_2O_3 + 2\ CuO + 4\ SO_2$

Вихідний мінерал – халькопірит.

Із 184 г мінералу виділяється 44,8 л сірчистого газу, тоді з 9,2 г: 44,8*(9,2 / 184) = 2,24 л

4,0 г купрум(II) оксиду відповідають 4 г / 80 г/моль = 0,05 моль. Із цієї кількості оксиду можна одержати 0,05 моль солі білого кольору $CuSO_4$ або 8,0 г. Маса кристалогідрату цієї солі $CuSO_4*5H_2O$ блакитного кольору дорівнює 12,5 г

10 клас

ЗАВДАННЯ 2.

Один із газів (масова частка Карбону 75%), наявність якого в атмосфері призводить до «парникового ефекту», здатен реагувати із хлором та із киснем. Під час реакції з надлишком кисню з 1 л вихідного газу отримують 1 л іншого парникового газу (об'єм виміряно за тих самих умов). 1 л вихідного газу може прореагувати з 4 л хлору, при цьому утворюється рідина важча за воду й 4 л газу, дуже добре розчинного у воді. Обчисліть масу води, яку можна одержати під час взаємодії 1 л вихідного газу (н.у.) з надлишком кисню. Напишіть рівняння реакцій.

Розв'язок

Описаним в умові реакціям відповідає метан:

$w(C) = nA_r(C) / M_r(CH_4) = 12 / 16 = 0,75$ або 75%

$$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$$

$$CH_4 + 4\ Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 4\ HCl$$

22,4 л метану при згорянні дає 36 г води;

тоді з 1 л метану утвориться 36/22,4 = 1,607 г води

ЗАВДАННЯ 3.

Суміш складається із двох ароматичних вуглеводнів. Кількість речовини кожної сполуки в ній становить 1 моль. Після спалювання суміші і пропускання продуктів згоряння в надлишок вапняної води утворилось 13 моль осаду. Обчисліть відносну густину вихідної суміші в газоподібному стані за воднем. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Розв'язок

Якщо формулу одного з аренів узяти за C_nH_{2n-6}, то формула його гомолога буде $C_{n+1}H_{2(n+1)-6} = C_{n+1}H_{2n-4}$.

Запишемо схему реакції горіння суміші аренів:

$$C_nH_{2n-6} + C_{n+1}H_{2n-4} + O_2 \rightarrow (2n+1)\ CO_2 + H_2O.$$

При пропусканні продуктів згоряння в надлишок вапняної води відбувається реакція: $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$.

Із рівняння реакції видно, що $n(CaCO_3) = n(CO_2)$.

Отже, $2n + 1 = 13$, $n = 6$.

Із формули аренів, що входять до складу суміші, будуть відповідно C_6H_6 і C_7H_8.

Запишемо рівняння реакції горіння суміші бензену і толуену:

$2(C_6H_6 + C_7H_8) + 33\ O_2 \rightarrow 13\ CO_2 + 7\ H_2O$.
Тоді молярна маса суміші дорівнює:
(78 г/моль + 92 г/моль) : 2 = 85 г/моль; Mr(суміші) = 85.
Обчислюємо відносну густину суміші за воднем:
D_{H^2} = Mr(суміші) / 2 = 42,5.
Відповідь: відносна густина суміші за воднем 42,5.

ЗАВДАННЯ 4.

При хлоруванні на світлі індивідуального ізомеру деякого алкана була одержана суміш продуктів реакції, в якій містилось лише два ізомерних монохлоропохідних. Густина пари монохлоропохідних за вихідним алканом дорівнює 1,4. Ізомер якого алкана було взято для цього досліду? Висновки підтвердіть відповідними розрахунками. Скільки ізомерів має цей алкан? Напишіть структурні формули всіх ізомерів шуканого алкана й назвіть їх за номенклатурою IUPAC. Установіть будову ізомеру цього алкана, під час хлоруванні якого утворюються лише два моногалогенопохідних. Напишіть рівняння реакції хлорування цього ізомеру та зазначте, яке хлоропохідне переважає в суміші продуктів реакції. Назвіть за систематичною номенклатурою органічні продукти реакції.

Розв'язок

Загальна формула алканів C_nH_{2n+2}
Рівняння реакції хлорування алканів у загальному вигляді :

$$C_nH_{2n+2} + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_nH_{2n+1}Cl + HCl$$

$M(C_nH_{2n+2})$ = (14n+2) г/моль; $M(C_nH_{2n+1}Cl)$ = (14n+36,5) г/моль
$D(CnH_{2n+1}Cl) = M(C_nH_{2n+1}Cl) / M(C_nH_{2n+2})$ = (14n+36,5) г/моль / $14n+2$ =1,4.
n =6, отже, в досліді використали ізомер гексана C_6H_{14} 3 бали
Гексан має п'ять ізомерів: 5 балів

$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$
н-гексан

$CH_3–CH(CH_3)–CH_2–CH_2–CH_3$
2-метилпентан

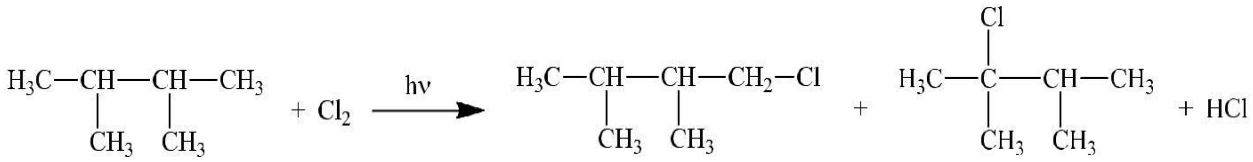
$CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$
3-метилпентан

$CH_3–C(CH_3)_2–CH_2–CH_3$
2,2-диметилбутан

$CH_3–CH(CH_3)–CH(CH_3)–CH_3$
2,3-диметилбутан

Тільки при хлоруванні 2,3-диметилбутану утворюються два ізомерних монохлоропохідних

У суміші органічних продуктів реакції переважає 2,3-диметил-2-хлоробутан, тому, що в реакціях радикального заміщення більш вірогідна атака третинного атома Карбону.



2,3-диметил-1-хлоробутан 2,3-диметил-2-хлоробутан

2 бали

Всего – 10 балів

ЗАВДАННЯ 5.

Суміш двох бінарних сполук масою 1,06 г, які мають у своєму складі спільний елемент, розчинили у надлишку хлоридної кислоти. При цьому виділилось 672 мл газової суміші з густиною за воднем менше 6. Під час пропускання газів крізь бромну воду частина поглинається, а частина, що залишилась становить 448 мл. Якщо вихідну суміш газів пропустити над платиновим каталізатором, то одержаний при цьому газ не знебарвлює бромну воду, і його об'єм становить 224 мл. Всі об'єми газів виміряно за н.у. Про які сполуки йдеться? Обчисліть масу кожного з них у вихідній суміші. Напишіть рівняння реакцій.

Розв'язок

Кількість газової суміші 0,3 моль.

Виходячи з молярної маси, один з газів – водень.

Якщо 0,1 моль поглинається бромною водою, 0,2 моль залишається, а під час гідрування утворюється також 0,1 моль, тоді інший газ імовірно ацетилен.

Тоді вихідні речовини – гідрид і карбід, скоріше за все Кальцію.

$$CaH_2 + 2\ HCl = CaCl_2 + 2\ H_2$$

$$CaC_2 + 2\ HCl = CaCl_2 + C_2H_2$$

Співвідношення газів 2 : 1 виходить, якщо початкові речовини присутні в суміші у співвідношення 1 : 1 по молях, тобто 0,42 г CaH_2 і 0,64 г CaC_2.

Сумарна маса 1,06 г, що відповідає умові й доводить припущення.

Інші реакції: $C_2H_2 + 2\ Br_2 = C_2H_2Br_4$

$C_2H_2 + 2\ H_2 = C_2H_6$

11 клас

ЗАВДАННЯ 2.

Установіть структурну формулу алкана, якщо відомо, що в ньому число зв'язків між атомами Карбону в три рази менше, ніж число зв'язків між атомами Карбону та Гідрогену, а його неселективне хлорування на світлі призводить до утворення трьох ізомерних монохлоропохідних (оптичні ізомери не враховуються). У відповіді дайте назву цього вуглеводню за номенклатурою IUPAC.

Розв'язок

Загальна формула алканів C_nH_{2n+2}, тому число зв'язків між атомами Карбону дорівнює $n-1$, а число зв'язків між атомами Карбону й Гідрогену дорівнює $2n+2$.

За умовою задачі: (2n+2)/(n–1) = 3, звідки n = 5. З усіх ізомерних сполук із формулою C_5H_{12} (пентан, 2-метилбутан, 2,2-диметилпропан) тільки пентан дає три ізомерних монохлоропохідних під час неселективного хлоруванні на світлі.
Відповідь: пентан

ЗАВДАННЯ 3.

Речовина **A** згоріла в кисні за підвищеного тиску. При цьому отримали лише один продукт **B**. Речовина **B** розкладається за температури більше 1100°C на твердий залишок **C** і суміш газів. Речовина **C** реагує з натрій гіпохлоритом, в присутності натрій гідроксиду, із утворенням бінарної сполуки **D**, що містить 13,38% Оксигену. Висушений осад **D** – кристалічна речовина темно-коричневого кольору. Установлено, що маса 0,125 моль **D** майже дорівнює масі такої ж кількості речовини А. Напишіть формули речовин **A-D**, відповідь підтвердіть розрахунками. Напишіть рівняння реакцій, що описані в умові задачі.

Розв'язок

Визначаємо речовину **D** за масовою часткою Оксигену.
Із умови задачі припускаємо, що речовина **D** є деяким оксидом ExOy.
Якщо в оксиді один атом Оксигену, тоді:
M(ExO) = M(O): w(O) = 16: 0,13378 ≈ 119,6 г/моль;
M(E) = 103,6 г/моль (при x=1), немає елемента з такою молярною масою;
M(E) = 51,8 г/моль (при x=2), Хром не утворює оксиду Cr_2O;
Якщо в оксиді 2 атома Оксигену, тоді:
$M(E_xO_2)$ = 2M(O): w(O) = 32: 0,13378 ≈ 239,2 г/моль;
M(E) = 207,2 г/моль (якщо x = 1), така молярна маса відповідає Плюмбуму. Отже, **D**- PbO_2.
Якщо 0,125 моль речовини **D** має таку ж масу, що й 0,125 моль речовини **A**, тоді **D** і **A** мають однакові молярні маси.
Двом атомам Оксигену з речовини **D** відповідає один атом Сульфуру в речовині **A**, тобто **A** - PbS.
PbS за підвищеного тиску згоряє за такою реакцією:
$PbS + 2O_2 = PbSO_4$
B - $PbSO_4$.
Реакція розкладу сульфату:
$2PbSO_4 = 2PbO + 2SO_2 + O_2$
Отже, **C**- PbO.
Реакція окиснення PbO в середовищі NaOH:
$PbO + NaOCl = PbO_2\downarrow + NaCl$

ЗАВДАННЯ 4.

До суспензії 1,69 г білої речовини у воді акуратно додали стехіометричну кількість розведеної сульфатної кислоти. Після перемішування білий осад, що утворився, відфільтрували, висушили, й зважили – його маса становила 2,33 г. Прозорий розчин, що залишився (фільтрат) дослідник випадково пролив собі на джинси, внаслідок чого вони помітно втратили колір. За допомогою розрахунків і міркувань визначте, про які речовини йдеться у задачі.

Розв'язок

Припустимо, що осад, який випадає при додаванні розведеної сульфатної кислоти – це $BaSO_4$.
Тоді рівняння реакції можна записати так:
$BaAn + H_2SO_4 = H_2An + BaSO_4\downarrow$
Кількість речовини $BaSO_4$ дорівнює: 2,33/233 = 0,1 моль.
Отже, молярна маса вихідної речовини BaAn дорівнює 1,69/0,1 = 169 г/моль, залишок An має молярну масу 169 – 137 = 32 г/моль.
Це відповідає атому Сульфуру, але в такому випадку не зрозуміло, чому пролитий розчин H_2S спричинив знебарвлення джинсів дослідника.
Можна згадати, що знебарвлюючі властивості виявляє розчин H_2O_2.
Отже, відповідь: $BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$

ЗАВДАННЯ 5.

Місяць на відомій картині Вінсента Ван Гога «Зоряна ніч» зображений за допомогою яскравої жовтої фарби на основі пігменту **А**. Для виготовлення 50,0 г цього пігменту необхідно розчинити 22,4 г цинкових білил у розведеній кислоті й додати спеціальний порошок, після чого А випадає з розчину в осад. На жаль, з часом (особливо під час зберігання розчиненим в олії) пігмент набуває зеленого відтінку. Установіть за допомогою розрахунків і міркувань склад пігменту **А**.

Розв'язок

Солі Цинку зазвичай безбарвні, тому яскраво жовте забарвлення пігменту дозволяє висунути припущення про присутність у ньому йону ще одного металічного елемента, а можлива зміна забарвлення говорить проте, що другий елемент – Хром, Нікель або Купрум.
Цинкові білила, які використовують в якості вихідної сировини, повинні бути достатньо стійкою й нерозчинною у воді сполукою Цинку.
Таким умовам відповідає оксид ZnO и трішки гірше карбонат $ZnCO_3$. Альтернативи – ZnS навряд чи має чистий білий колір (як і більшість сульфідів), $ZnSO_3$ дуже легко окиснюється на повітрі з утворенням розчинного у воде $ZnSO_4$, а $Zn_3(PO_4)_2$ погано розчиняється в кислотах (що необхідно за умовою задачі).
Припустимо вірогідний варіант – ZnO.
Кількість речовини пігменту повинна бути пропорційна кількості речовини цинкових білил.
Виходячи з цього, спробуємо визначити молярну масу пігменту (коефіцієнт пропорційності позначимо за n):
M(пігменту) = n×50,0 г / (22,4 г /81,4 г/моль) = n×181,7 г/моль
Спробуємо відняти з цього значення молярну масу Цинку й «другого» металу (Cr, Ni або Cu):
Cr: 181,7 – 65,4 – 52 = 64,3 г/моль Ni: 181,7 – 65,4 – 58,7 = 57,6 г/моль.
Cu: 181,7 – 65,4 – 63,6 = 52,7 г/моль.
Видно, що залишок, який не містить металічний елемент, має порівняно невелику молярну масу. Отже, він не може складатись із «важких» неорганічних аніонів (Cl^-, NO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}).

Наприклад, для солі, що містить йони Zn^{2+} и Cr^{3+} потрібно мінімум 5 хлорид-аніонів, які будуть мати сумарну молярну масу 5×35,5 = 177,5 г/моль. Тому один із небагатьох можливих варіантів залишку – атом Оксигену.

Тоді, під молярну масу пігменту краще всього підходить сполука Цинку та Хрому $ZnCrO_4$. Це сіль катіона Zn^{2+} і CrO_4^{2-}; як і широко розповсюджений калій хромат вона забарвлена в жовтий колір.

З часом Cr(VI) відновлюється до більш стійкого Cr(III) і пігмент набуває зеленого відтінку. Особливо легко це відбувається в присутності відновлюючих органічних речовин, наприклад, ефірів ненасичених жирних кислот, що містяться в оліях.

Відповідь: Пігмент **A** – $ZnCrO_4$.