1. **(9 балів)**

Який об’єм суміші кисню з озоном, об’ємна частка озону в якому становить 20%, витратиться на спалювання 50л суміші, що містить метан, етан і етен, об’єми яких відносяться як 2:1:2? Виміри об’ємів проводяться за однакових умов.

**Розв’язок.**

Суміш кисню з озоном складається на 20% з озону та на 80% з кисню отже їх мольні співвідношення 1:4 (О3 + 4О2).

Мольне співвідношення між CH4, C2H6 і C2H4 таке ж як і об’ємне тому (2CH4 + C2H6 + 2C2H4)

Тоді загальне рівняння горіння можна записати так:



З рівняння реакції складаємо пропорцію:

50 – х

22,4 – 27/11 ∙ 22,4

Звідси 

**Відповідь:** об’єм суміші кисню з озоном рівний 122,72 л

**Задач 1 (8 балів)**

Реакція між речовинами А і B виражається рівнянням А(г) + B(г)  C(г) + 2D(г). Змішали по 1 моль речовин A, B, C, D. Після встановлення рівноваги в суміші виявили 1,8 моль речовини С. Обчисліть значення константи рівноваги.

**Розв’язання:**

Під час реакції додатково утворилось 1,8- 1 = 0,8 моль речовини С

Та деяка кількість речовини D. **(1 бал)**

За рівнянням реакції:

А(г) + B(г)  C(г) + 2D(г)

розрахуємо кількості речовин А та В, які були витрачені на утворення С та D:

ν(А) = ν(В) = ν(С) = 0,8 моль **(1 бал);**

ν(D) = 2ν(C) = 1,6 моль. **(1 бал)**

Тоді рівноважні концентрації речовин:

[A] = 1 – 0,8 = 0,2 моль/л, **(1 бал**)

[B] = 0,2 моль/л, **(0,5 бал)**

[C] = 1,8 моль/л, **(0.5 бал)**

[D] = 1 + 1,6 = 2,6 моль/л. **(1 бал)**

Константа хімічної рівноваги:

K =$ \frac{\left[C\right]×[D]^{2}}{\left[A\right]×[B]}$;

K = $\frac{1,8×2,6^{2}}{0,2×0,2}$ = 304,2 (**2 бал)**

**Задача 5. (13 балів)**

Пацієнту в лікарні призначається приймати послаблюючий препарат – розчин магній сульфату з вмістом солі від 20% до 24%. Медсестра приготувала 27,0 г розчину гарячого концентрату з магній сульфату гептагідрату та води у співвідношенні (за масою) 4,55:1.

1. Встановіть масову частку магній сульфату в приготовленому концентраті;
2. Обчисліть, максимальний і мінімальний об’єми води, які потрібні для розведення концентрату, щоб отримати препарат з концентрацією магній сульфату в межах дозування;
3. Дайте тривіальну назву магній сульфату гептагідрату.

**Розв'язанна:**

1. Обчислимо масову частку магній сульфату в кристалогідраті:

$$ω\left(MgSO\_{4}\right)\_{кристалогідрат}=\frac{M\left(MgSO\_{4}\right)}{M\left(MgSO\_{4}∙7H\_{2}O\right)}=\frac{120}{246}=0,4878 \left(48,78\%\right) $$

Обчислимо масову частку магній сульфату в концентраті:

Нехай маса води становить

m(H2O) = (x) г,

 тоді масса доданого кристалогідрату рівна

m(MgSO4∙7H2O) = (4,55∙x) г,

тоді

$ω\left(MgSO\_{4}\right)\_{концентрат}=\frac{m\left(MgSO\_{4}\right)}{m\left(концентрату\right)}=\frac{0,4878×4,55×x}{x+4,55×x}=0,4 \left(40\%\right)$

1. Нехай маса води, яка потрібна для розведення концентрату становить

m(H2O) = (y) г,

тоді масова частка магній сульфату в препараті рівна:

$ω\left(MgSO\_{4}\right)\_{препарат}=\frac{m\left(MgSO\_{4}\right)}{m\left(концентрату\right)+y}$

Звідки:

$y=\frac{m\left(MgSO\_{4}\right)}{ω\left(MgSO\_{4}\right)\_{препарат}}-m\left(концентрату\right)$

$m\left(MgSO\_{4}\right)=ω\left(MgSO\_{4}\right)\_{концентрат}×m\left(концентрату\right)=0,4×27=10,8 г.$

Звідси отримаємо:

$y\_{max.}=\frac{10,8}{0,2}-27=27 г \left(для 20\%\right)$,

$ y\_{min..}=\frac{10,8}{0,24}-27=18 г \left(для 24\%\right)$.

Оскільки густина води рівна ρ$\left(H\_{2}O\right)=1^{г}/\_{мл}$, тоді:

Vmax.(H2O) = 27 мл.,

Vmin.(H2O) = 18 мл.,

1. MgSO4∙7H2O – **тривіальна назва: гірка сіль, або англійська сіль .**

**Задача 4 (15 балів)**

В 250 мл 1%-ного водного розчину одноосновної неорганічної кислоти ( густина 1,00 г/мл) міститься 3,34·1022 частинок цієї кислоти і продуктів її дисоціації.

1. Обчисліть масову частку Натрію в натрієвій солі цієї кислоти, якщо відомо, що масова частка Гідрогену в кислоті становить 2,13 %.
2. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти.
3. Визначте формулу кислоти.

**Розв’язання:**

1. Нехай загальна формула кислоти HX, у якій X – кислотний залишок.

Так як кислота одноосновна, тоді її молярна маса:

$M\left(HX\right)=\frac{1}{0,0213}=47$ г/моль.

В натрієвій солі NaX,масова частка Натрію:

$ω\left(Na\right)=\frac{23}{\left(47-1+23\right)}=0,3333$ (33,33%).

1. Ступінь дисоціації:

$α=\frac{N\_{дис.}}{N\_{заг.}}$.

Рівняння дисоціації в загальному вигляді:

HX  H+ + X-.

Таким чином, в розчині будуть присутні непродисоційована форма HX, і йони H+ і X-.

N(HX) + N(H+) + N(X-) = 3,34·1022 за умовою.

Кількість речовини кислоти:

$ν\left(HX\right)=\frac{250×0,01}{47}=5,32×10^{-2}моль$.

Загальне число молекул кислоти:

$$N\_{заг}=N\left(HX\right)=5,32×10^{-2}×6,02×10^{23}=3,20×10^{22} $$

Число молекул кислоти, що продисоціювали:

$$N\_{дис.}=N\left(H^{+}\right)=N\left(X^{-}\right)=3,34×10^{22}-3,20×10^{22}=1,40×10^{21}$$

Обчислюємо ступінь дисоціації кислоти:

$α=\frac{1,40×10^{21}}{3,20×10^{22}}=0,04375$ (4,375 %)

1. Молярна маса кислотного залишку становить:

M(X) = 47 – 1 = 46 г/моль.

Можна зробити висновок, що невідома кислота оксигеновмісна. (оскільки немає безоксигеновмісного кислотного залишку з такою молярною масою)

Запишемо її формулу як HЕxOy.тоді молярна маса кислоти:

$M\left(HE\_{x}O\_{y}\right)=1+x×M\left(E\right)+y×16=47$.

Молярна маса невідомого елемента:

$M\left(E\right)=\frac{\left(46-16×y\right)}{x}$.

 Відмітимо, що ***y*** може приймати тільки два значення: 1 і 2, інакше M(Е) < 0, що неможливо.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *y* | *x* | *M(Е)* | *Формула кислоти* |
| 1 | 1 | 30 | - |
| 1 | 2 | 15 | - |
| 1 | 3 | 10 | - |
| 2 | 1 | 14 | HNO2 |
| 2 | 2 | 7 | - |

Таким чином, невідома кислота –**HNO2**.(нітритна кислота).

**Задача 6 (18 балів)**

Дана схема перетворень неорганічних речовин. Ідентифікуйте (вкажіть формули і назви) речовини та запишіть рівняння відповідних реакцій. Відповідь підтвердіть розрахунками.



Умови:

1. **А** -сріблясто-білий легкий метал;
2. М(**В**): М(**Б**) = 1,47.

**Розв’язання:**

Очевидно, що **Б**– це оксид A2On, а **В** – сульфід A2Sn. Нехай Ar(**A**) = x, тоді

$\frac{M\left(B\right)}{M\left(Б\right)}=\frac{2x+32n}{2x+16n}$, або $\frac{2x+32n}{2x+16n}=1,47$

Звідки: *x = 9n*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| n | x |  |
| 1 | 9 | **Be**, неможе бути одновалентним |
| 2 | 18 | Немає такого металу |
| 3 | 27 | **Al**,сріблясто-білий легкий метал |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Б** | Al2O3 | алюміній оксид |  |
| **В** | Al2S3 | алюміній сульфід |  |
| **Г** | Al(OH)3 | алюміній гідроксид |  |
| **Ѓ** | Al(NO3)3 | алюміній нітрат |  |
| **Д** | K[Al(OH)4] абоK3[Al(OH)6] | калій тетрагідроксоалюмінат(гексагідроксоалюмінат) |  |
| **Е** | KAlO2 | калій метаалюмінат |  |
| **Ж** | Al4C3 | алюміній карбід |  |
| **З**  | AlCl3 | алюміній хлорид |  |

Рівняння відповідних реакцій:

2Al + Fe2O3  Al2O3 + 2Fe

2Al + 3S  Al2S3

Al2S3 + 6H2O 2Al(OH)3↓+ 3H2S↑

2Al(OH)3  Al2O3 + 3H2O

Al(OH)3+ 3HNO3  Al(NO3)3+ 3H2O

Al(NO3)3 + 3NH4OH Al(OH)3↓ + 3NH4NO3

4Al(NO3)3  2Al2O3 + 12NO2↑ + 3O2↑

2Al + 2KOH + 6H2O 2K[Al(OH)4] + 3H2↑

Al(OH)3 + KOH K[Al(OH)4]

K[Al(OH)4] KAlO2 + 2H2O

2KAlO2 + 3H2O + CO2  2Al(OH)3↓ + K2CO3

4Al + 3C  Al4C3

Al4C3 + 12H2O 4Al(OH)3↓ + 3CH4↑

Al4C3 *+* 12HCl  3CH4↑ + 4AlCl3

AlCl3 + 3KOH Al(OH)3↓ + 3KCl

1. **(17 балів)**

При окисленні 100 мл розчину етанолу (об'ємна частка спирту в якому складає 95 об.%) підкисленим розчином калій дихромату масою 2кг з масовою часткою калій дихромату 20% утворилось 85 г оцтової кислоти.

1. Який відсотковий вихід оцтової кислоти?
2. Яка масова частка хром (ІІІ) сульфату в утвореному розчині. (густина етанолу 0,7893 г/см³, густина 95об.% розчину спирту 0,8114 г/см³)? Вважати, що калій дихромат витрачається лише на окислення етанолу до кислоти без побічних реакцій.
3. Урівняйте відповідне рівняння реакції методом електронного балансу, вкажіть окисник та відновник.

**Розв’язок.**

Об’ємна частка етанолу φ(С2Н5ОН)=V(С2Н5ОН)/Vрозч.

Отже в розчині етанолу міститься чистого спирту: V(С2Н5ОН)= φ(С2Н5ОН)∙Vрозч

V(С2Н5ОН) = 0,95 ∙ 100 мл = 95 мл.

Якщо густина чистого спирту 0,7893 г/см³ ми маємо:

m(С2Н5ОН) = 95 мл ∙ 0,7893 г/см³ = 75 г





Відсотковий вихід оцтової кислоти ωвих=mпракт./mтеор.

Згідно рівняння реакції n(C2H5OH) = n(CH3COOH)

n(C2H5OH) = 75 г / 46 г/моль = 1,63 моль

m(CH3COOH)теор. = 1,63моль ∙ 60 г/моль = 97,83 г

ωвих=85 г / 97,83г = 0,8689 або 86,89%

ω(Cr2(SO4)3) = m(K2Cr2O7)/mрозч.

Згідно рівняння реакції на утворення 85 г (n(CH3COOH) = 85г / 60г/моль = 1,42 моль) оцтової кислоти потрібно:

2n(CH3COOH) = 3n(K2Cr2O7)

n(K2Cr2O7) = 2/3n(CH3COOH)

n(K2Cr2O7) = 2/3 ∙ 1,42 моль = 0,94 моль

m(K2Cr2O7) = 0,94 моль ∙ 294 г/моль = 277,6 г

В 2 кг 20%-го розчину міститься m(K2Cr2O7)’ = 2000г ∙ 0,2 = 400г (отже K2Cr2O7 в надлишку)

Аналогічно в нас утвориться

2n(CH3COOH) = 3n(Cr2(SO4)3)

n(Cr2(SO4)3) = 2/3n(CH3COOH)

n(Cr2(SO4)3) = 2/3 ∙ 1,42 моль = 0,94 моль

m(Cr2(SO4)3) = 0,94 моль ∙ 392 г/моль = 371,1 г

mрозч = m(розчину етанолу) + m(розчину калій дихромату)

m(розчину етанолу) = 100 мл ∙ 0,8114 г/см³ = 81,14 г

mрозч = 81,14 г + 2000 г = 2081,14г

ω(Cr2(SO4)3) = 371,1 г / 2081,14 г = 0,1783 або 17,83%

**Відповідь:** ωвих= 0,8689 або 86,89%; ω(Cr2(SO4)3) = 0,1783 або 17,83%