**Завдання 1**

Обчисліть коефіцієнт розчинності безводної речовини (г на л розчинника), якщо для приготування насиченого при 20°С розчину AlNH4(SO4)2 було використано 33,12 г AlNH4(SO4)2∙12Н2О і 225 см3води.

Знайдіть об'єм води, в якій слід розчинити при 60°С 150 г кристалогідрату, для отримання насиченого розчину (коефіцієнт розчинності безводної солі при цій температурі. 92,21). Яка маса кристалогідрату випаде із цього розчину при охолодження до 20°С.

**Розв'язок**

1. Знаходимо масу AlNH4(SO4)2 у кристалогідраті масою 33,12 г:

33,12 г х,г

AlNH4(SO4)2∙12Н2О → AlNH4(SO4)2 ; m(AlNH4(SO4)2) = 17,33 г

453 г 237 г

Обчислюємо розчинність безводної солі при 20°С:

AlNH4(SO4)2 на 1 л води.



2. ω(б.с./к.г) =



При 60°С:

ω(AlNH4(SO4)2/н.р.) =



Нехай х – маса води, в якій розчинили кристалогідрат. Тоді

; х = 779,86 г води; V(H2O) = 779,86 cм3



3. При 20°С:

ω(AlNH4(SO4)2/н.р.)= = 0,0671



Нехай у – маса кристалогідрату, який випав в осад. Тоді, m(б.с./осаді) = у.



0,0671 = ; у = 35,3 г



Відповідь: маса осаду 35,3 г кристалогідрату викристалізується

**Завдання 4**

Як відомо, склад продуктів реакції нітратної кислоти з металами залежить не тільки від відновлювальної здатності металу, але і від концентрації HNO3. Так при взаємодії 19,07 г міді з концентрованою HNO3 (~ 60%) утворюється 13,44 л газу А, з розбавленою (~ 5%) - 4,48 л газу В, а з кислотою середньої концентрації (~ 20%) - 7,17 л суміші газів Х. Якщо взяти кілька розчинів гарячої HNO3 різної концентрації і розчинити в них однакові гранули металевого цинку, то з концентрованої кислоти виділиться 761,6 мл газу А, з розведеної - всього 89,6 мл суміші двох газів із загальною масою 160 мг, а з дуже розведеної (~ 1%) газувата речовина не виділиться, але цинк розчиниться. Скориставшись наведеними в задачі числовими даними (об'єми газів перераховані для н.у.; Ar(Cu)=63,55; Ar(Zn)=65,39;) Ar(N)=14,01) дайте відповіді на наступні питання:

А. Визначіть гази А і В, їхній кількісний (об'ємні і мас.%) склад у суміші Х.

Б. Розрахуйте масу однієї цинкової гранули, визначте якісний і кількісний (об'ємні і мас.%) склад суміші У.

В. Напишіть рівняння описаних в задачі реакцій.

Г. Розрахуйте масу сухого залишку, після акуратного випаровування розчину утвореного внаслідок взаємодії міді із розведеною нітратною кислотою, враховуючи, що сіль Купруму кристалізується з п'ятьма молекулами води.

**Розв'язок**

**A.** n(Cu) = 0,3 моль; n(А) = 0,6 моль; n(В) = 0,2 моль; n(Х) = 0,32 моль.

Cu + 4HNO3 (60%) → Cu(NO3)2 + 2NO2 + 2H2O (1)

3Cu + 8HNO3 (5%) → 3Cu(NO3)2 + 2NO + 4H2O (2)

Якщо n(Cu) : n(А) = 0,3 : 0,6 = 1 : 2, це відповідає (1). Тоді, газом А є NO2.

При n(Cu) : n(А) = 0,3 : 0,2 = 3 : 2 проходить реакція (2), а газ (В) – NO.

Відповідно, Х – суміш NO2 і NO.

х, моль у, моль

Cu → 2NO2 ; х = 0,5у

1 моль 2 моль

0,3 - х 0,32 - у

3Cu → 2NO ; 2(0,3 – х) = 3(0,32 –0,5у)

3 моль 2 моль

х = 0,5у;

2(0,3 – х) = 3(0,32 –0,5у);

у = 0,18.

Отже, n(NO2) = 0,18 моль; n(NO) = 0,32 – 0,18 = 0,14 моль. Враховуючи, що для газів φ = χ, то:

φ(NO2/Х) == 0,5625 (56,25%); φ(NO/Х) = 1 – 0,5625 = 0,4375 (43,75%).



m(NO2) = 0,18 ∙ 46 = 8,28 г; m(NO) = 0,14 ∙ 30 = 4,2 г; m(Х) = 8,28 + 4,2 = 12,48 г.

ω(NO2/Х) == 0,6635 (66,35%); ω (NO/Х) = 1 – 0,6635 = 0,3365 (33,65%).



**Б.** Цинк нітратною кислотою окиснюється також до ступеня окиснення +2. Серед продуктів відновлення NO3- можуть бути NO2 ,NO, N2O, N2, NH4+ (NH4NO3). Рівняння відповідних реакцій:

Zn + 4HNO3 (конц.) → Zn(NO3)2 + 2NO2 + 2H2O (3)

3Zn + 8HNO3 (розб.) → 3Zn (NO3)2 + 2NO + 4H2O (4)

4Zn + 10HNO3 (розб.) → 4Zn (NO3)2 + N2O + 5H2O (5)

5Zn + 12HNO3 (розб.) → 5Zn (NO3)2 + N2 + 6H2O (6)

4Zn + 10HNO3 (розб.) → 4Zn (NO3)2 + NН4NO3 + 3H2O (7)

Причому, чим менш концентрована кислота, тим відновлення йде дальше (від N+4O2 доN-3H4+).

Із HNO3 (конц.) :

х, г 0,7616 л

Zn → 2NO2 ; х = 1,112 г (Zn).

65,39 г 2∙22,4 л

Із дуже розбавленою кислотою газ не виділяється оскільки утворюється розчинна сіль NН4NO3. Тоді Y – суміш NO і N2O, чи N2O і N2.

n(Zn) = 0,0171 моль; n(Y) = 0,004 моль;



n(Zn) : n(Y) = 0,0171 : 0,004 = 1 : 0,233.

У (4): n(Zn) : n(NO) = 3 : 2 = 1 : 0,66.

У (5): n(Zn) : n(N2O) = 4 : 1 = 1 : 0,25.

У (6): n(Zn) : n(N2) = 5 : 1 = 1 : 0,20.

Висновок: Y – суміш N2O і N2.

х, г у, л

4Zn → N2O

4∙65,39 г 22,4 л

(1,112 – х), г (0,0896 – у), л

5Zn → N2

5∙65,39 г 22.4 л

х = 11,68 у;

0,0685(1,112 – х) = 0,0896 – у;

у = 0,067 л N2O (67 мл)

V(N2) = 0,0896–0,067 = 0,0226 л (22,6 мл)

φ(N2O/Y) == 0,7478 (74,78%); φ(N2/Y) = 1 – 0,7478 = 0,2522 (25,22%).



m(NO2) = 0,1316 г = 8,28 г; m(N2) = 0,0284 г; m(Y) = 0,160 г.

ω(N2O/Y) == 0,8225 (82,25%); ω (N2/Y) = 1 – 0,8225 = 0,1775 (17,75%).



Г. Видозмінивши рівняння (1), отримаємо:

1,112 г х, г у, г

4Zn → 4Zn(NO3)2 ∙ 9 H2O + NН4NO3

4∙65,39 г 4∙ 351,35 г 80,г

m(Zn(NO3)2 ∙ 9 H2O) = 5,98 г

m(NН4NO3) = 0,34 г

m(с.з.) = 6,32 г

**Завдання 5**

Суміш нітроген (ІІ) оксиду і амоніаку масою 12,4 г за тиску 109,2 кПа і температурі 24°С займає об'єм 15 дм3. Обчислити об'єми повітря (н.у.) необхідні для окиснення 10 л такої суміші в присутності каталізатора і без нього.

**Розв'язок:**

Відповідно до рівняння Менделєєва-Клапейрона: *pV = nRT.*

n (газової суміші) = ; n (газової суміші) = .



Обчислюємо молярну масу суміші:

М (газової суміші) = ; М (газової суміші) = .



Знаходимо об'ємні частки компонентів газової суміші:

М (газової суміші) = φ(NO)M(NO) + φ(NH3)M(NH3)

Нехай φ(NO) = х. Тоді φ(NH3) = 1 – х.

18,70 = 30х + 17 (1 – х); х = 0,1308 . Відповідно, φ(NO) = 0,1308. Тоді φ(NH3) = 1 – 0,1308 = 0,8692.

У 10 л вихідної суміші: V(NO) = 1,308 л; V(NH3) = 8,692 л.

Некаталітичне окиснення:

1,108л х,л

2NO + O2 → 2NO2; V1(O2) = 0,654 л;

2∙22,4л 22,4л

8,692л х,л

4NН3 + 3O2 → 2N2 + 6Н2О; V2(O2) = 6,519 л;

4∙22,4л 22,4л

V(O2) = 0,654 + 6,519 = 7,173 л

V(пов.) = 7,173/0,21 = 34,16 л.

При окисленні в присутності каталізатора:

NO окиснюється як без каталізатора. Тому V1(O2) = 0,654 л

8,692л х,л

4NН3 + 5O2 → 4NО + 6Н2О; V2(O2) = 10,865 л;

4∙22,4л 5∙22,4л

V(O2) = 0,654 + 10,865 = 11,519 л

V(пов.) = 11,519/0,21 = 54,85 л.

**Завдання 6.**

У пронумерованих пробірках містяться розчини таких речовин: хлоридної кислоти, натрій карбонату, барій хлориду, натрій гідроксиду, цинк сульфату і магній хлориду. Використовуючи кислотно-основні індикатори як додаткові реактиви, запропонуйте шлях визначення кожної речовини. Відповідь проілюструйте рівняннями реакцій. Опишіть очікувані спостереження.

**Розв'язок:**

За допомогою наявного кислотно-основного індикатора визначаємо тип середовища в наявних розчинах:

* кисле середовище: хлоридна кислота, цинк сульфат і магній хлорид;
* лужне середовище середовище: натрій карбонат і натрій гідроксид;
* нейтральне середовище: барій хлорид.

Таким чином знаходимо пробірку із **барій хлоридом**.

До речовин із кислим середовищем додаємо розчин барій хлориду. Із розчином **цинк сульфату** випадає білий кристалічний осад. Залишилися неідентифікованими хлоридна кислота і магній хлорид.

Доливаємо розчин барій хлориду до проб із пробірок з лужним середовищем. Із розчином **натрій карбонату** випадає білий осад. В іншій пробірці міститься **натрій гідроксид**.

Розчин натрій гідроксиду доливаємо до проб із двох неідентифікованих пробірок із кислим середовищем (хлоридна кислота і магній хлорид). У випадку **магній хлориду** випадає білий осад. В іншій пробірці – розчин **хлоридної кислоти**. Що це саме вона, можна додатково підтвердити реакцією із натрій карбонатом (виділяється газ).