**Chuyên Đề 53: BÀI TOÁN TỰ CHỌN LƯỢNG CHẤT**

**I. Phần A: Lí Thuyết**

**1. Dấu hiệu của bài toán**

Đề bài không cho số liệu cụ thể về khối lượng hay thể tích, số mol.

**2. Nguyên tắc áp dụng:**

- Giả sử số mol là 1 mol hoặc giả sử khối lượng là 100 gam.

- Dựa vào các đại lượng có giới hạn, chẳng hạn:

+ KLPTTB (), hoá trị trung bình, số nguyên tử trung bình, ....

+ Hiệu suất: 0(%) < H < 100(%)

+ Số mol chất tham gia: 0 < n (mol) < Số mol chất ban đầu,...

**II. Phần B: Bài Tập Được Phân Dạng**

**1. Dạng 1: Tự chọn số mol là 1mol**

1.1. Phương pháp: Chọn số mol của 1 chất (hoặc số mol của hỗn hợp) là 1 mol.

1.2. Ví dụ minh họa:

**Ví dụ 1.** Cho hỗn hợp khí X gồm CO2 và N2 (ở đktc) có tỉ khối đối với khí oxygen là 1,225.

a. Tính thành phần phần trăm theo thể tích của mỗi khí trong hỗn hợp X.

b. Tính khối lượng của 1 lít hỗn hợp khí X ở đkc.

**Hướng dẫn giải**

a. Giả sử có 1 (mol) hỗn hợp X.

Gọi số mol CO2 là x (mol)  số mol N2 là : (1-x) (mol)

Ta có : 44x + 28.(1-x) = 1,225.32  x = 0,7 (mol).

 %VCO= 70%;  %VN= 30%.

b. 24,79 lít hỗn hợp X có khối lượng : 1,225.32 = 39,2 (g)

 1 lít hỗn hợp X có khối lượng : 39,2 : 24,79 = 1,58 (g).

**Ví dụ 2**. Cho hỗn hợp A gồm các khí O2, H2, SOx. Trong hỗn hợp A khí O2, H2 chiếm lần lượt là 25% và 50% về thể tích. Mặt khác SOx chiếm 64 % về khối lượng trong hỗn hợp A.

a. Xác định công thức hóa học của SOx. Biết các khí đo ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất.

b. Tính thành phần % theo khối lượng của mỗi chất trong A.

**Hướng dẫn giải**

a. Phần trăm về thể tích của SOx trong A là: 100% - 50% - 25% = 25%

- Vì các khí đo ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất nên tỉ lệ % về thể tích chính là tỉ lệ % về số mol nên:

- Giả sử trong 1 mol A có 

- Khối lượng A có trong 1 mol là: mA = 0,5 .2 + 32 .0,25 + (32+16.x).0,25

Ta có  = 64% => 

 x= 2 vậy công thức hóa học là: SO2

b. Ta có: %H2 =  %O2 = 100 - 64 - 4 = 32%

1.3. Bài tập

**Câu 1:** Cho 1 alkene A kết hợp với H2 (Ni làm xúc tác) ta được alkane B.

a/ Xác định công thức phân tử của A, B biết rằng để đốt cháy hết B bằng một lượng O2 vừa đủ thì thể tích khí CO2 thu được bằng 1/2 tổng thể tích của B và O2.

b/ Một hỗn hợp X gồm A, B và H2 có thể tích là 24,79 lít (đkc). Cho X đi qua Ni nung nóng xúc tác thu được hỗn hợp Y, biết tỉ khối của X so với Y bằng 0,70. Tính thể tích hỗn hợp Y, số mol H2 và A đã phản ứng với nhau. Các thể tích khí đều đo ở điều kiện chuẩn.

**Hướng dẫn giải**

CnH2n + H2  CnH2n+2

Đốt cháy B(CnH2n+2 )

CnH2n+2 +  O2  nCO2 + (n+1) H2O

Giả sử lấy 1 mol B, nO2 = , nCO2 = n.

nCO2 = (nB + nO2)  n =  (1+).

 n = 3 , A là C3H6, B là C3H8

Ta sử dụng kết quả

dx/y = = 

dx/y = = .  =  (do mX = mY)

dx/y =  = 0,7  nY = 0,7 mol

VY = 0,7 . 24,79 = 17,353 lít.

nH2 và nA phản ứng

Ta sử dụng: nX – nY = nH2 pư = nA pư

nX – nY = 1- 0,7 = 0,3.

Vậy n H2 pư = nA pư = 0,3 mol

**Câu 2:** Hỗn hợp X gồm C2H4 và H2 có tỉ khối so với He là 3,75. Dẫn X qua Ni nung nóng, thu dc hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với He là 5. Hiệu suất của phản ứng hydrogen hóa ?  
**Câu 3:** Hỗn hợp khí X gồm: NO, NxO, CH4. Trong đó NO chiếm 30% về thể tích, NxO chiếm 30% còn lại là CH4. Trong hỗn hợp CH4 chiếm 22,377% về khối lượng.

 a. Xác định công thức hoá học của NxO

 b. Tính tỷ khối của X so với không khí

**Câu 4:** Trong một bình kín chứa hỗn hợp khí R gồm SO2, O2 có tỉ khối so với H2 bằng 24. Đun nóng bình một thời gian khi có mặt chất xúc tác V2O5 thì thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với H2 bằng 30.

**a.** Tính % theo thể tích mỗi khí trong bình trước và sau phản ứng.

**b.** Tính hiệu suất phản ứng.

**2. Dạng 2: Tự chọn số khối lượng là 100 gam.**

2.1. Phương pháp: Chọn khối lượng của 1 chất (hoặc khối lượng của hỗn hợp, khối lượng của một dung dịch) là 100 gam.

2.2. Ví dụ minh họa:

**Ví dụ 1:** Hỗn hợp gồm CaCO3 lẫn Al­2O3 và Fe2O3 trong đó Al2O3 chiếm 10,2%, Fe2O3 chiếm 9,8%. Nung hỗn hợp này ở nhiệt độ cao thu được chất rắn có lượng bằng 67% lượng hỗn hợp ban đầu. Tính % lượng chất rắn tạo ra.

**Hướng dẫn giải**

- Gỉa sử khối lượng hỗn hợp ban đầu là 100 g thì: 

- PTHH xảy ra khi nung hỗn hợp:

CaCO3  CaO + CO2

- Theo bài ra, lượng chất rắn thu được sau khi nung chỉ bằng 67% lượng hỗn hợp ban đầu. Như vậy độ giảm khối lượng là do CO2 sinh ra bay đi.

- Vậy 

- Theo PTHH: 

- Như vậy còn 5 gam CaCO3 không bị phân huỷ. Do đó chất rắn tạo ra gồm: CaCO3 dư, Al2O3, Fe2O3 và CaO.





**Ví dụ 2:** Hòa tan một lượng muối cacbonat của một kim loại M hóa trị II bằng một lượng vừa đủ dung dịch H2SO4 14,7% thu được dung dịch muối sunfat 17%. Xác định kim loại M.

Giả sử khối lượng dung dịch H2SO4 dùng là 100 g -> mHSO= 14,7 g

nHSO=  = 0,15 mol

Đặt M là kí hiệu và nguyên tử khối của kim loại

PTHH: MCO3 + H2SO4  MSO4 + CO2 + H2O

mol 0,15 0,15 0,15 0,15

-> mMCO = (M + 60).0,15; mMSO= (M + 96).0,15

mdd sau phản ứng = (M + 60).0,15 + 100 **-** 0,15.44

= 0,15M + 102,4

Theo đề ta có:  = 

Giải ra ta có M = 24 (Mg)

**Ví dụ 3:** Cho m gam hỗn hợp Na và Fe tác dụng hết với axit HCl. Dung dịch thu được cho tác dụng với Ba(OH)2 dư rồi lọc lấy kết tủa tách ra, nung trong không khí đến lượng không đổi thu được chất rắn nặng m gam. Tính % lượng mỗi kim loại ban đầu.

**Hướng dẫn giải**

- PTHH xảy ra khi cho m gam hỗn hợp Na và Fe tác dụng với HCl:

2Na + 2HCl  2NaCl + H2 (1)

Fe + 2HCl  FeCl2 + H2 (2)

- PTHH xảy ra khi cho dung dịch thu được tác dụng với Ba(OH)2 dư:

FeCl2 + Ba(OH)­2  Fe(OH)2 + BaCl2 (3)

- PTHH xảy ra khi nung kết tủa trong không khí:

4Fe(OH)2 + O2  2Fe2O3 + 4H2O (4)

- Giả sử m = mFe + mNa = 100 gam



- Theo PTHH (4): 

- Theo PTHH (3): 

- Theo PTHH (2): 

- Vậy: %Fe = 70%; % Na = 30%.

**Ví dụ 4:** Cho một lượng bột CaCO3 tác dụng hoàn toàn với dung dịch HCl 32,85%, sau phản ứng thu được dung dịch X trong đó nồng độ HCl còn lại là 24,195%. Thêm vào X một lượng bột MgCO3 khuấy đều cho phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch Y trong đó nồng độ HCl còn lại là 21,11%. Tính nồng độ % của các muối có trong dung dịch Y.

**Hướng dẫn giải**

Giả sử có 100 gam dung dịch HCl 32,85% thì khối lượng HCl là 32,85 gam.

nHCl== 0,90 mol

- Gọi số mol của CaCO3 là x (mol). Phản ứng:

CaCO3 + 2HCl → CaCl2 + H2O+ CO2 (1)

Mol: x 2x x x

Từ (1) và đề ra: nHCldư = (0,90 - 2x) mol

Khối lượng dung dịch X sau phản ứng (1): 100 + 100x – 44x = (100 + 56x) gam

Theo đề ra: C%HCl = = 24,195% => **x** = 0,1 mol

Vậy sau p/ư (1) nHCl còn lại = 0,7mol

- Cho MgCO3 vào dung dịch X, có p/ư:

MgCO3 + 2HCl → MgCl2 + H2O+ CO2 (2)

Mol: y 2y y y

Sau p/ư (2) nHCl dư = 0,7-2y

Khối lượng dung dịch Y là: (105,6 + 84y - 44y) gam hay (105,6 + 40y) gam

Từ (2) và đề ra: C%HCl trong Y= . 100% = **21,11%** => **y =** 0,04 mol

Dung dịch Y chứa 2 muối CaCl2, MgCl2 và HCl dư:

C%(CaCl2) = C%(MgCl2) =



2.3. Bài tập:

**Câu 1:** Một hỗn hợp chứa Fe, FeO, Fe2O3. Nếu hoà tan **a** gam hỗn hợp trên bằng dung dịch HCl dư thì khối lượng H2 thoát ra bằng 1% khối lượng hỗn hợp đem thí nghiệm. Nếu khử **a** gam hỗn hợp trên bằng H2 dư thì thu được khối lượng nước bằng 21,15% khối lượng hỗn hợp đem thí nghiệm. Xác định phần trăm về khối lượng mỗi chất có trong **a** gam hỗn hợp trên.

**Câu 2:** Hòa tan oxide kim loại (MxOy) bằng dung dịch H2SO4 24,5% thu được dung dịch muối có nồng độ 32,2%. Hãy tìm công thức phân tử oxide.

**Câu 3**: Cho sơ đồ: M2(CO3)n + H2SO4 → M2(SO4)n + CO2↑ + H2O (M là kim loại có hóa trị n)

**a**. Cân bằng phương trình hóa học trên

**b**. Nếu hòa tan hoàn toàn muối trên M2(CO3)n bằng một lượng dung dịch H2SO4 9,8% (vừa đủ), thu được một dung dịch muối sunfat có nồng độ bằng 14,18%. Tìm kim loại M.

**Câu 4:** Hòa tan một lượng muối carbonate của một kim loại M hóa trị II bằng một lượng vừa đủ dung dịch H2SO4 14,7% thu được dung dịch muối sulfate 17%. Xác định kim loại M.

**Câu 5 :** Khi hòa tan a gam oxide kim loại hóa trị II bằng một lượng vừa đủ dung dịch acid H2SO4 15,8% người ta thu được dung dịch muối có nồng độ 18,21%. Xác định công thức hóa học của oxide đó.

**Câu 6.** Hòa tan hoàn toàn một lượng kim loại M trong dung dịch H2SO4 loãng có nồng độ 20% (lấy dư 20% so với lượng cần cho phản ứng). Dung dịch thu được có nồng độ của muối tạo thành là 23,68%. Xác định kim loại M ?

**Câu 7:** Hỗn hợp gồm NaCl, KCl (hỗn hợp A) tan trong nước thành dung dịch. Thêm AgNO3 dư vào dung dịch này thấy tách ra một lượng kết tủa bằng 229,6% so với A. Tìm % mỗi chất trong A.

**Câu 8:** Một loại đá chứa MgCO3, CaCO3 và Al2O3. Lượng Al2O3 bằng 1/8 tổng khối lượng hai muối cacbonat. Nung đá ở nhiệt độ cao tới phân huỷ hoàn toàn hai muối cacbonat thu được chất rắn A có khối lượng bằng 60% khối lượng đá trước khi nung.

a. Tính % khối lượng mỗi chất trong đá trước khi nung.

b. Muốn hoà tan hoàn toàn 2g chất rắn A cần tối thiểu bao nhiêu ml dung dịch HCl 0,5M.

**3. Dạng 1: Tự chọn số mol theo tỉ lệ của đề bài**

3.1. Phương pháp: Chọn số mol của chất bằng tỉ lệ mol của đề bài.

3.2. Ví dụ minh họa (chỉ cần giải mẫu 1 hoặc 2 câu):

**Ví dụ 1:** Cho hỗn hợp khí A gồm CO2 và O2 có tỉ lệ thể tích tương ứng là 5:1.

a) Tính tỉ khối của hỗn hợp khí A đối với không khí.

b) Tính thể tích (đkc) của 10,5 gam khí A.

**Hướng dẫn giải**

a) Gọi số mol O2 có trong hỗn hợp A là x (mol)  Số mol CO2 có trong A là 5x (mol).

Khối lượng mol trung bình của hỗn hợp khí A:



Tỉ khối của hỗn hợp khí A đối với không khí: 

b) Ở đktc: 42 g (tương ứng 1mol) hỗn hợp khí A có thể tích 24,79 lít.

 10,5 g hỗn hợp khí A có thể tích: 10,5 . 24,79 : 42 = 6,1975 (l)

**Ví dụ 2:** Hỗn hợp X gồm hai kim loại aluminium và R chưa biết hóa trị. Tỉ lệ số mol của kim loại aluminium và R là 2 : 1. Hòa tan 3,9g hỗn hợp C trong dung dịch HCl dư, sau phản ứng thu được 4,958 dm3 khí H2 (đkc). Xác định kim loại R và tính tổng khối lượng muối thu được sau phản ứng.

**Hướng dẫn giải**

Gọi số mol của kim loại Al là 2a (mol) → số mol của kim loại R là a (mol)

Gọi hóa trị của kim loại R là n (n∈ N\*)

nH2 = 4,958 : 24,79 = 0,2 (mol)

(1) 2Al + 6HCl ⎯⎯→ 2AlCl3 + 3H2

2a 6a 3a (mol)

(2) 2R + 2nHCl ⎯⎯→ 2RCln + nH2

a an 0,5an (mol)

Ta có: 27.2a + a.MR = 3,9 → a.(54 + MR) = 3,9 (3)

Mặt khác: 3a + 0,5an = 0,2 → a.(3+0,5n) = 0,2 (4)

Lấy (3) chia cho (4) ta được:  → MR = 9,75n + 4,5

Vì n là hóa trị của kim loại R nên n∈

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **MR** | 14,25 (loại) | 24 (Mg) | 33,75 (loại) | 43,5 (loại) |

Vậy kim loại R là Mg

Ta nhận thấy nHCl = 2nH2 = 2. 0,2 = 0,4 mol → mHCl = 0,4 . 36,5 = 14,6g

Theo định luật bảo toàn khối lượng ta có :

mkim loại + mHCl  = m muối + mH2

3,9 + 14,6 = mmuối  + 0,2 . 2

mmuối  = 18,1g

Vậy tổng khối lượng muối thu được sau phản ứng là 18,1g

**Phần C: Bài Tập Từ Các Đề Thi Chọn Lọc**

**(** Chọn lọc các bài tập từ các đề thi HSG hoặc thi chuyên)

**Câu 1:** **(Câu 1/2** *– HSG tỉnh Thanh Hóa năm 2013-2014):* Hỗn hợp khí A chứa Cl2 và O2 có tỉ lệ mol tương ứng là 1 : 2. Tính % thể tích, % khối lượng của mỗi khí trong A, tỉ khối hỗn hợp A so với H2 và khối lượng của 7,437 lít hỗn hợp khí A ở đktc.

**Hướng dẫn giải**

-Phần trăm thể tích: %VCl2 =.100 = **33,33(%)** và %VO2 =100 –33,33 = **66,67(%)**

-Phần trăm khối lượng: %mCl2 =.100 = **52,59%** và %mCl2 = **47,41%**

-Tỉ khối hỗn hợp A so với H2: dA/H2 = = **22,5**

- Khối lượng của 6,72 lít hỗn hợp khí A ở đktc: mhhA = = **13,5** g

**Câu 2: (trích từ đề HSG 8 Vĩnh Lộc – Thanh Hóa năm 2023-2024 )** Một hỗn hợp khí A gồm CO, CO2. Trộn A với không khí theo tỉ lệ thể tích 1: 4, Sau khi đốt cháy hết khí CO thì hàm lượng phần trăm (%) thể tích của N2 trong hỗn hợp mới thu được tăng 3,36% so với hỗn hợp trước phản ứng. Tính % thể tích của hai khí trong hỗn hợp A. Giả thiết không khí chỉ có N2, O2  trong đó O2 chiếm 1/5 thể tích không khí.

**Hướng dẫn giải**

Giả sử hỗn hợp A có thể tích 1 lít

=> V không khí = 4 lít, trong đó VN2 = 4. 0,8 = 3,2 lít

=> % N2 trong hỗn hợp đầu = 

Gọi x là thể tích khí CO có trong hỗn hợp A ( x > 0)

Phản ứng đốt cháy : 2CO + O2  2CO2

x 0,5 x x

Vậy thể tích hỗn hợp còn lại sau khi đốt cháy là : ( 5 - 0,5 x )

=> % V N2 trong hỗn hợp sau phản ứng cháy =

Vì sau phản ứng cháy % thể tích N2 tăng 3,36%

=>  -  = 3,36% (\*)

Giải phương trình (\*) thu được x = 0,4988

Vậy % thể tích CO trong hỗn hợp A là : 49,88%

% thể tích CO2 trong hỗn hợp A là : 50,12%

**Câu 3: (trích từ đề HSG Thanh Hóa 2018-2019 )** Hòa tan hết 3,2 gam oxit M2Om ( M là kim loại ) trong một lượng vừa đủ dung dịch H2SO410%, thu được dung dịch muối có nồng độ 12,9%. Sau phản ứng đem cô bớt dung dịch và làm lạnh nó, thu được 7,868 gam tinh thể muối với hiệu suất kết tinh là 70%. Xác định công thức của tinh thể muối đó?

(Giả sử nM2Om = x mol).

================================