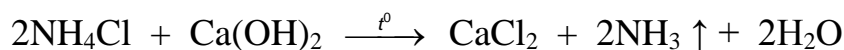


CHUYÊN ĐỀ 2: BÀI TẬP TỔNG HỢP AMONIAC

A. Lý thuyết ngắn gọn

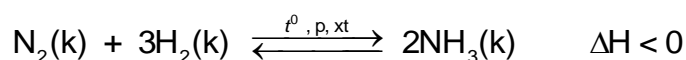
a. Trong phòng thí nghiệm: đun nóng muối amoni với **dung dịch** kiềm.



Để làm khô khí, người ta cho khí amoniac vừa tạo thành có lẫn hơi nước đi qua bình đựng vôi sống (CaO).

Khi muốn điều chế nhanh một lượng nhỏ khí amoniac, người ta thường đun nóng **dung dịch** amoniac đậm đặc.

b. Trong công nghiệp : tổng hợp từ nitơ và hiđro



Đây là phản ứng thuận nghịch và tỏa nhiệt. Các điều kiện áp dụng trong công nghiệp sản xuất amoniac là :

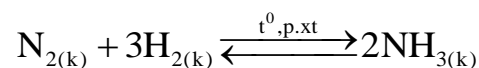
- Nhiệt độ : $450 - 500^\circ\text{C}$. Ở nhiệt độ thấp hơn, cân bằng hóa học trên chuyển dịch sang phải làm tăng hiệu suất phản ứng, nhưng lại làm giảm tốc độ phản ứng.
- Áp suất cao, từ $200 - 300 \text{ atm}$.
- Chất xúc tác là sắt kim loại được trộn thêm Al_2O_3 , K_2O ,...

Trong khí amoniac tạo thành còn lẫn nitơ và hiđro. Hỗn hợp được làm lạnh, chỉ có amoniac hóa lỏng và tách ra. Còn nitơ và hiđro chưa tham gia phản ứng lại được bổ sung vào hỗn hợp nguyên liệu ban đầu.

B. Phương pháp giải

Cách 1: Tính theo phương trình hóa học

Viết phương trình hóa học và tính toán theo phương trình.



Tính theo yêu cầu của đề bài.

Cách 2: Sử dụng các công thức sau:

Gọi $n_{\text{N}_2(\text{phan ung})} = x \text{ mol} \rightarrow n_{\text{H}_2(\text{phan ung})} = 3x \text{ mol}$

Ta có: $n_{\text{sau}} = n_{\text{trước}} - 2x (\text{mol}) \rightarrow n_{\text{N}_2(\text{phan ung})} = \frac{n_{\text{trước}} - n_{\text{sau}}}{2}$

Bảo toàn khối lượng: $\frac{n_{\text{trước}}}{n_{\text{sau}}} = \frac{\overline{M}_{\text{sau}}}{\overline{M}_{\text{trước}}}$

Từ đó ta tính được x và hiệu suất phản ứng: $H = \frac{n_{\text{phan ung}}}{n_{\text{ban dau}}} \cdot 100\%$ (tính theo chất bị thiếu)

Chú ý:

- Nếu đề bài chỉ cho tỉ lệ mol của N_2 và H_2 thì ta có thể chọn số mol của N_2 và H_2 đúng như tỉ lệ đã cho để tính toán.

- Nếu đề không cho $\overline{M}_{\text{trước}}, \overline{M}_{\text{sau}}$ mà cho $P_{\text{trước}}, P_{\text{sau}}$ thì áp dụng công thức

$$\frac{n_{\text{trước}}}{n_{\text{sau}}} = \frac{P_{\text{trước}}}{P_{\text{sau}}}$$

- Trường hợp đặc biệt nếu $\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}} = 3$ thì có thể tính nhanh hiệu suất phản ứng

$$H = 2 - 2 \cdot \frac{\overline{M}_{\text{trước}}}{\overline{M}_{\text{sau}}}$$

+ Nếu $\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}} > 3 \rightarrow H_2$ dư (so với lượng cần thiết), hiệu suất phản ứng tính theo N_2

+ Nếu $\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}} < 3 \rightarrow N_2$ dư (so với lượng cần thiết), hiệu suất phản ứng tính theo H_2

+ Nếu $\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}} = 3 \rightarrow$ hiệu suất tính theo N_2 hoặc H_2 đều được

C. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho 4 lít N_2 và 14 lít H_2 vào bình kín rồi nung nóng với xúc tác thích hợp để phản ứng xảy ra, sau phản ứng thu được 16,4 lít hỗn hợp khí (các khí đo ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất). Thể tích khí amoniac thu được là

A. 1,60 lít.

B. 16,40 lít.

C. 8,00 lít.

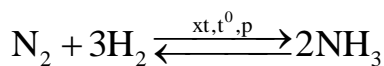
D. 9,33 lít.

Lời giải chi tiết

Trong cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất thì tỉ lệ thể tích bằng tỉ lệ số mol

Gọi thể tích khí N_2 đã phản ứng là x lít

Phương trình hóa học:



Ban đầu: 4 14

Phản ứng: x 3x 2x

Sau phản ứng: (4 - x) (14 - 3x) 2x

Tổng thể tích sau phản ứng là 16,4 lít nên $(4 - x) + (14 - 3x) + 2x = 16,4$

→ x = 0,8 lít

→ $V_{\text{NH}_3} = 0,8.2 = 1,6$ lít

Chọn A.

Ví dụ 2: Hỗn hợp khí A gồm N_2 và H_2 (có tỉ lệ mol 1:3). Đun nóng A một thời gian trong bình kín, thu được hỗn hợp B có tỉ khối $d_{\text{A/B}} = 0,925$. Hiệu suất của phản ứng tổng hợp NH_3 là

A. 25%.

B. 15%.

C. 10%.

D. 5%.

Lời giải chi tiết

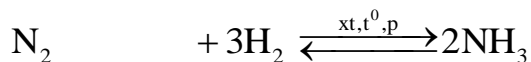
Gọi số mol của N_2 và H_2 lần lượt là 1 và 3 mol

Bảo toàn khối lượng: $\frac{n_{\text{A}}}{n_{\text{B}}} = \frac{M_{\text{B}}}{M_{\text{A}}} \rightarrow n_{\text{B}} = 3,7$ mol

So sánh: $\frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{1}{3} \rightarrow$ hiệu suất tính theo N_2 hoặc H_2

Gọi số mol N_2 phản ứng là x mol

Phương trình hóa học:



Ban đầu: 1 3

Phản ứng: x 3x 2x

Sau phản ứng: (1 - x) (3 - 3x) 2x

Ta có: $(1 - x) + (3 - 3x) + 2x = 3,7$

→ x = 0,15

→ $H = \frac{0,15}{1} \cdot 100\% = 15\%$

Chọn B.

Ví dụ 3: Trong một bình kín chứa 10 lít nitơ và 10 lít hiđro ở nhiệt độ 0°C và 10 atm. Sau phản ứng tổng hợp NH_3 , lại đưa bình về 0°C . Biết rằng có 60% hiđro tham gia phản ứng, áp suất trong bình sau phản ứng là

A. 10 atm.

B. 8 atm.

C. 9 atm.

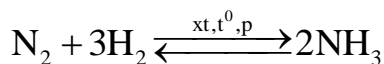
D. 8,5 atm.

Lời giải chi tiết

So sánh: $\frac{V_{\text{N}_2}}{V_{\text{H}_2}} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{1}{1} \rightarrow$ hiệu suất tính theo H_2

$$V_{\text{H}_2(\text{phan ung})} = 10 \cdot \frac{60}{100} = 6 \text{ lít}$$

Phương trình hóa học:



Ban đầu: 10 10

Phản ứng: 2 6 4

Sau phản ứng: 8 4 4

$$\rightarrow \begin{cases} V_{\text{ban dau}} = 10 + 10 = 20(1) \\ V_{\text{sau phan ung}} = 8 + 4 + 4 = 16(1) \end{cases}$$

Vì trước và sau phản ứng nhiệt độ không thay đổi nên:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1}{p_2} \rightarrow \frac{20}{16} = \frac{10}{p_2} \rightarrow p_2 = 8 \text{ atm}$$

Chọn B.

C. Bài tập tự luyện

Câu 1: Hỗn hợp khí X gồm N_2 và H_2 có tỉ khối so với He bằng 1,8. Đun nóng X một thời gian trong bình kín (có bột Fe làm xúc tác), thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với He bằng 2. Hiệu suất của phản ứng tổng hợp NH_3 là

A. 25%

B. 50%

C. 36%

D. 40%

Câu 2: Nung một hỗn hợp khí X gồm N_2 và H_2 được nạp vào một bình kín giữ ở nhiệt độ không đổi. Khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng thì áp suất giảm 12% áp suất ban đầu. Biết tỉ lệ số mol của nitơ phản ứng là 15%. Thành phần phần trăm về số mol của N_2 và H_2 trong hỗn hợp ban đầu là

A. 45% và 55%

B. 32% và 68%

C. 40% và 60%

D. 20% và 80%

Câu 3: Hỗn hợp X gồm N_2 và H_2 có phân tử khối trung bình là 12,4. Dẫn X đi qua bình đựng bột Fe rồi nung nóng biết rằng hiệu suất tổng hợp NH_3 đạt 40% thì thu được hỗn hợp Y. Phân tử khối trung bình của hỗn hợp Y có giá trị là

A. 15,12.

B. 18,23.

C. 14,76.

D. 13,48.

Câu 4: Cho hỗn hợp gồm N_2 , H_2 và NH_3 có tỉ khối so với hiđro là 8. Dẫn hỗn hợp đi qua dung dịch H_2SO_4 đặc, dư thì thể tích khí còn lại một nửa. Thành phần phần trăm theo thể tích của mỗi khí trong hỗn hợp lần lượt là

A. 25% N_2 , 25% H_2 và 50% NH_3 .

B. 25% NH_3 , 25% H_2 và 50% N_2 .

C. 25% N_2 , 25% NH_3 và 50% H_2 .

D. 15% N_2 , 35% H_2 và 50% NH_3 .

Câu 5: Sau quá trình tổng hợp NH_3 từ H_2 và N_2 ($n_{H_2} : n_{N_2} = 3:1$), áp suất trong bình giảm đi 10% so với áp suất lúc đầu. Biết nhiệt độ của phản ứng giữ không đổi trước và sau phản ứng. Phần trăm theo thể tích của N_2 , H_2 , NH_3 trong hỗn hợp khí thu được sau phản ứng lần lượt là

A. 25% ; 25% ; 50%.

B. 30% ; 25% ; 45%.

C. 22,22% ; 66,67% ; 11,11%.

D. 20% ; 40% ; 40%.

Câu 6: Hỗn hợp khí X gồm N_2 và H_2 có tỉ khối so với H_2 bằng 3,6. Đun nóng X một thời gian trong bình kín (có bột Fe làm xúc tác), thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với H_2 bằng 4. Hiệu suất của phản ứng tổng hợp NH_3 là

- A. 50%.
- B. 36%.
- C. 40%.
- D. 25%.

Câu 7: Một hỗn hợp N_2 , H_2 được lấy vào bình phản ứng có nhiệt độ được giữ không đổi. Sau thời gian phản ứng, áp suất của các khí trong bình giảm 5% so với áp suất lúc đầu. Biết rằng % số mol của N_2 đã phản ứng là 10%. Phần trăm thể tích của các khí N_2 , H_2 trong hỗn hợp đầu lần lượt là :

- A. 75% ; 25%.
- B. 25% ; 75%.
- C. 20% ; 80%.
- D. 30% ; 70%.

Câu 8: Hỗn hợp A gồm 3 khí NH_3 , N_2 , H_2 . Dẫn hỗn hợp A vào bình có nhiệt độ cao. Sau phản ứng phân hủy NH_3 (coi như hoàn toàn) thu được hỗn hợp khí B có thể tích tăng 25% so với A. Dẫn B đi qua ống đựng CuO nung nóng sau đó loại nước thì chỉ còn một chất khí có thể tích giảm 75% so với B. Phần trăm thể tích của các khí NH_3 , N_2 , H_2 trong A lần lượt là :

- A. 25% ; 20% ; 55%.
- B. 25% ; 18,75% ; 56,25%.
- C. 20% ; 25% ; 55%.
- D. 30,5% ; 18,75% ; 50,75%.

Câu 9: Thực hiện phản ứng giữa H_2 và N_2 (tỉ lệ mol 4 : 1), trong bình kín có xúc tác, thu được hỗn hợp khí có áp suất giảm 9% so với ban đầu (trong cùng điều kiện). Hiệu suất phản ứng là :

- A. 20%.
- B. 22,5%.
- C. 25%.
- D. 27%.

Câu 10: Điều chế NH_3 từ hỗn hợp gồm N_2 và H_2 (tỉ lệ mol 1 : 3). Tỉ khối hỗn hợp trước so với hỗn hợp sau phản ứng là 0,6. Hiệu suất phản ứng là :

A. 75%.

B. 60%.

C. 70%.

D. 80%.

ĐÁP ÁN

Câu 1	Câu 2	Câu 3	Câu 4	Câu 5	Câu 6	Câu 7	Câu 8	Câu 9	Câu 10
A	C	C	A	C	D	B	B	B	D