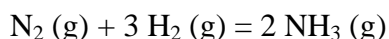


# Synthèse de l'ammoniac

## Version adaptée :

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est formé par réaction entre le diazote et le dihydrogène selon l'équation chimique<sup>1</sup> suivante :



On mélange, à 400 °C, sous une pression totale de 100 bar, 8,4 mol de diazote et 21 mol de dihydrogène, tous deux à l'état gazeux. Les gaz seront considérés comme parfaits. La pression et la température sont maintenues constantes pendant la réaction.

Données : 1 bar =  $10^5$  Pa ;  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

- 1) Quel est le volume initial du système chimique<sup>2</sup> ?
- 2) Donner en fonction de l'avancement<sup>3</sup>  $x$  de la réaction, la composition du système chimique dans un état quelconque au cours de la réaction.
- 3) A l'équilibre, un quart de la quantité initiale de diazote a disparu. Donner la composition du système chimique, l'avancement et le volume obtenu à la fin de la réaction.
- 4) On appelle rendement  $r$  en un produit de la réaction, le rapport de la quantité de matière obtenue et de la quantité de matière que l'on obtiendrait si la réaction était totale. Calculer le rendement en ammoniac.

## Réponses :

1) D'après la relation des gaz parfaits, le volume initial est  $V = n_{\text{tot}} \cdot R \cdot T / P = 16,5 \text{ L}$

2)  $n(\text{N}_2) = 8,4 - x$  ;  $n(\text{H}_2) = 21 - 3x$  ;  $n(\text{NH}_3) = 2x$ .

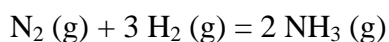
3)  $n_{\text{éq}}(\text{N}_2) = 6,3 = 8,4 - x_{\text{éq}}$  d'où  $x_{\text{éq}} = 2,1 \text{ mol}$  ;  $n_{\text{éq}}(\text{H}_2) = 14,7 \text{ mol}$  ;  $n_{\text{éq}}(\text{NH}_3) = 4,2 \text{ mol}$ .

Volume obtenu :  $V = 14,1 \text{ L}$ .

4) Réaction totale :  $x_{\text{max}} = 7 \text{ mol}$ .  $r = x_{\text{éq}} / x_{\text{max}} = 0,3$ . Le rendement est de 30 %.

## Version initiale :

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est formé par réaction entre le diazote et le dihydrogène selon l'équation suivante :



On mélange, à 400 °C, sous une pression totale de 100 bar (T et P sont maintenues constantes), 8,4 mol de diazote et 21 mol de dihydrogène, tous deux à l'état gazeux. (Les gaz seront considérés comme parfaits).

- 1) Quel est le volume initial du système ?
- 2) Donner la composition du système dans un état quelconque au cours de la réaction, en fonction de l'avancement  $\xi$  de la réaction.
- 3) A l'équilibre, un quart de la quantité initiale de diazote a disparu. Donner la composition du système, l'avancement et le volume obtenu à la fin de la réaction.
- 4) On appelle rendement  $r$  en un produit de la réaction, ici l'ammoniac, le rapport de la quantité de matière obtenue et de la quantité de matière que l'on obtiendrait si la réaction était totale. Calculer le rendement en ammoniac.

## Adaptations :

1) et 2) Précision des données numériques, nombre de chiffres significatifs.

3) Précision nécessaire : Aspect quantitatif de l'ionisation lors de la dissolution.

4) Programme : La notion d'équivalence est connue, celle de neutralité (pH 7) n'est pas une compétence exigible.

<sup>1</sup> Vocabulaire : Remplacer « équation-bilan » par « équation chimique ».

<sup>2</sup> Vocabulaire : Remplacer « système » par « système chimique ».

<sup>3</sup> Vocabulaire : L'avancement chimique est noté «  $x$  » au lycée.