

La chimie de l'azote : Quelques applications industrielles

1. (20%) Synthèse de l'ammoniac

Le procédé *Haber* est un procédé chimique en phase gazeuse servant à la synthèse de l'ammoniac $\text{NH}_{3(g)}$ par hydrogénation du diazote $\text{N}_{2(g)}$ atmosphérique par le dihydrogène $\text{H}_{2(g)}$ en présence d'un catalyseur.

Q.1 Ecrire l'équation de la réaction, notée (1) pour une mole de diazote.

Q.2 Que valent les enthalpies standard de formation de $\text{N}_{2(g)}$ et $\text{H}_{2(g)}$? Justifier.

Q.3 Calculer l'enthalpie standard de réaction de la réaction (1). Que peut-on en déduire ?

Q.4 Calculer l'entropie standard de la réaction (1). Justifier son signe.

Q.5 Exprimer la constante d'équilibre de cette réaction à 300 K. en fonction des grandeurs thermodynamiques calculées dans les questions précédentes. On obtient : $K^\circ = 6,03 \cdot 10^5$

Q.6 Quelle est l'influence d'une augmentation de pression isotherme sur l'équilibre (1) ? Une justification rigoureuse est attendue

Q.7 Quelle est l'influence d'une augmentation de température isobare sur l'équilibre (1) ? Une justification rigoureuse est attendue.

Q.8 Indiquer la définition d'un catalyseur. Expliquer pourquoi on utilise un catalyseur dans la synthèse de l'ammoniac.

Données à 25°C :

$\text{HNO}_{3(aq)}/\text{NO}_{3(aq)}^-$	pKa = -1,37
$\text{HNO}_{2(aq)}/\text{NO}_{2(aq)}^-$	pKa = 3,3
$\text{NH}_4^+_{(aq)}/\text{NH}_{3(aq)}$	pKa = 9,2

A T = 298 K :

espèces	$\text{N}_{2(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{NH}_{3(g)}$
$\Delta_f H^\circ$ (kJ. mol ⁻¹)	?	?	-46
S_m° (J. mol ⁻¹ . K ⁻¹)	190	130	192

Volume molaire d'un gaz $V_m = 22,4 \text{ L. mol}^{-1}$

Faraday : $1.F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

$R = 8,3 \text{ J. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$