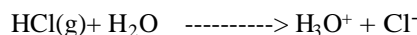


Premier exercice : A propos de l'acide chlorhydrique

Données: à 25°C : produit ionique de l'eau: $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$;
 Masses molaires atomiques: H = 1,0 g.moi⁻¹ ; Na = 23,0 g.mol⁻¹ ; S = 32,0 g.mol⁻¹
 Dimensions de l'atelier: L = 5,0 m ; l = 4,0 m ; h = 2,5 m
 Volume molaire = 24 L.mol⁻¹ dans les conditions de l'atelier
 Limites d'explosivité du sulfure d'hydrogène dans l'air (% en volume)
 inférieure LIE = 4 ; supérieure LSE = 46

1. Une solution d'acide chlorhydrique est obtenue par dissolution dans l'eau du chlorure d'hydrogène. L'équation bilan de la réaction correspondante est :



1.1 Le chlorure d'hydrogène est un **acide fort** dans l'eau. Justifier les deux termes de cette affirmation.

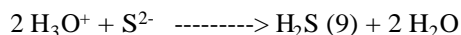
1.2 Une solution d'acide chlorhydrique a un pH égal à 2,1 à 25°C. Calculer sa concentration molaire C.

Le calcul sera justifié.

2. Dans un atelier de fabrication d'objets métalliques, on procède au décapage du métal dans une cuve (C1) remplie d'acide chlorhydrique dilué puis au brunissage décoratif dans une cuve (C2), installée à coté de C1 et contenant une solution aqueuse de sulfure de sodium. Afin de renouveler le contenu de la cuve C2, tous les soirs un opérateur y ajoute 1 300 g de sulfure de sodium (Na₂S).

2.1 Quelle précaution nécessite la dilution d'une solution d'acide chlorhydrique concentrée ?
Justifier la réponse.

2.2 Un soir, l'opérateur se trompe et ajoute le sulfure de sodium dans la cuve C1. Il se produit une réaction chimique avec dégagement de sulfure d'hydrogène (H₂S) qui est un composé polluant et dangereux. L'équation bilan correspondante est :



2.2.1 Montrer que cette réaction est une réaction acide-base. Nommer les couples intervenant.

2.2.2 En supposant que tout le sulfure de sodium ajouté réagit, calculer le volume de sulfure d'hydrogène dégagé.

2.2.3 En déduire le pourcentage en volume de sulfure d'hydrogène dans l'atelier.

2.2.4 Justifier l'existence de deux limites d'explosivité pour un composé et préciser si l'atmosphère de l'atelier sera explosive.

Deuxième exercice: A propos de l'éthanol

On fabrique industriellement l'éthanol par hydratation de l'éthylène en présence d'un catalyseur (procédé Shell). On se propose d'étudier ici l'aspect thermodynamique de cette synthèse puis la séparation de l'éthanol du milieu réactionnel par distillation.

A - Étude thermodynamique

On fait réagir en phase gazeuse de l'éthylène (ou éthène) et de la vapeur d'eau pour produire de l'éthanol.

Cette réaction conduit à un équilibre de constante K, correspondant à l'équation bilan ci-dessous:



1. Réécrire l'équation bilan en utilisant les formules développées.
2. Cette réaction est-elle une addition ou une substitution ?
3. Exprimer la constante K relative à l'équilibre précédent en fonction des pressions partielles.
4. Les réactifs étant introduits dans les proportions stoechiométriques, on appelle rendement noté α le nombre de moles d'éthanol formé par mole d'éthylène initial.
Montrer que la constante d'équilibre K s'exprime en fonction de α et de la pression totale p sous la forme:

$$K = \frac{\alpha \cdot (2 - \alpha)}{p \cdot (1 - \alpha)^2}$$

5. Quelle est l'influence sur la valeur du rendement α :
 - a) d'une élévation de température isobare ?
 - b) d'une élévation de pression isotherme ?sachant qu'à T = 400 K, l'enthalpie standard de réaction est $\Delta H^\circ = -42,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

B - Séparation de l'éthanol

Les effluents du réacteur de synthèse sont refroidis et ramenés à la pression normale dans un séparateur où une partie de l'éthanol formé et de l'eau se condensent. L'éthylène est séparé et recyclé tandis que la phase aqueuse est soutirée et introduite dans une colonne à distiller.

Utiliser le diagramme isobare (p = 1 bar) du système binaire eau / éthanol, fourni en annexe, pour répondre aux questions suivantes. **Le diagramme sera rendu avec la copie.**

1. Comment appelle-t-on le point du diagramme de coordonnées x = 0,9 et $T = 78,1^\circ\text{C}$?
Préciser sur les positions de la courbe d'ébullition et de la courbe de rosée et la nature des phases dans les différentes zones du plan.
2. Le mélange liquide entrant dans la colonne est caractérisé par une fraction molaire x = 0,4 en éthanol : à quelle température ce mélange commence-t-il à bouillir ?
Quelle est la composition de la vapeur en équilibre avec le liquide ?

