Synthèse du dihydrogène

Le dihydrogène est un gaz dont les applications industrielles sont nombreuses : sa combustion ne produisant que de l'eau, il permettrait d'alimenter des moteurs de manière "propre".

Un mode de production du dihydrogène est la synthèse en phase gazeuse :

$$CH_4 + H_2O = CO + 3\ H_2.$$

Cette réaction a une constante d'équilibre K = 15, et se déroule sous une pression totale constante P = 10 bar.

1 Écrire le quotient de réaction de la réaction.

2 Le calculer dans l'état initial sachant que le système est composé de 10 moles de méthane, de 30 moles d'eau, de 5 moles de monoxyde de carbone et de 15 moles de dihydrogène.

3 Dans quel sens va se dérouler la réaction ?

On change les conditions initiales et on introduit dans le milieu réactionnel uniquement 10,0 moles de méthane et 10,0 moles d'eau.

4 Montrez que la réaction a lieu dans le sens direct.

5 Ecrire le tableau d'avancement de la réaction (sans calculer l'avancement final).

6 L'avancement final est x_f = 3,6 mol. Compléter le tableau d'avancement en faisant les applications numériques.

7 Vérifiez que l'on est bien à l'équilibre en calculant le quotient de réaction

Extrait CCS TSI 2016

Document 1

La face optique des miroirs des instruments spatiaux peut être revêtue de SiC par dépôt chimique en phase vapeur (ou CVD pour l'anglais « chemical vapor deposition ») afin de masquer toute porosité résiduelle et obtenir ainsi une surface polissable parfaite.

Le dépôt chimique en phase vapeur (CVD) est un procédé utilisé pour produire des matériaux solides de grande pureté et sous forme de couches minces. Dans ce procédé, un solide inerte servant de support est exposé à un ou plusieurs composés chimiques en phase gazeuse qui se décomposent à sa surface pour former le matériau désiré. Généralement, plusieurs réactions se produisent conjointement, les produits des réactions indésirables étant évacués par un flux gazeux traversant en continu la chambre réactionnelle.

De nombreux composés chimiques sont utilisés pour produire des films minces de SiC. Parmi ceux-ci, le méthyl-trichlorosilane MTS CH_3SiCl_3 est très souvent choisi. La réaction se déroule sur un solide en graphite, à température élevée et sous pression réduite. Elle se déroule dans un courant de dihydrogène et, d'un point de vue microscopique, en deux étapes : une décomposition du MTS en présence de dihydrogène pour former des produits intermédiaires gazeux suivie d'une réaction entre ceux-ci pour former le carbure de silicium solide. La transformation peut être modélisée par l'équation bilan globale

$$CH_3SiCl_{3(g)} = SiC_{(s)} + 3\ HCl_{(g)}\ .$$

On étudie dans cette partie la réaction présentée dans le document 1 à température T_1 = 870 K, où sa constante thermodynamique d'équilibre vaut $K^\circ(T_1)$ = 10. On considère une enceinte vide, thermostatée à la température T_1, dans laquelle on introduit une quantité n = 1,0 mol de MTS. La pression P dans l'enceinte est maintenue constante.

1- Exprimer le quotient réactionnel Q_r de la réaction en fonction des pressions partielles des espèces gazeuses présentes dans le milieu réactionnel et de la pression standard P°.

Le taux de décomposition α du MTS est défini par le quotient de la quantité de MTS ayant réagi sur la quantité initiale de MTS introduite.

2- Exprimer les pressions partielles des différentes espèces gazeuses présentes en fonction de P et α.

3- En déduire une équation dont la résolution donne la valeur $\alpha_{éq}$ à l'équilibre. La résolution, non demandée, donne $\alpha_{éq}$ = 0,80.

4- En déduire la quantité de matière de carbure de silicium solide formée.

Extrait CCS TSI 2022

L'élément sodium

Dans la classification périodique des éléments, les indications fournies à propos du sodium sont Na_{11}^{23}

Q 15. Donner le nombre de neutrons, de protons et d'électrons de l'atome de sodium.

Q 16. En déduire la configuration électronique du sodium.

Q 17. En déduire sa position dans la tableau périodique. La réponse doit être justifiée à partir de la configuration électronique.

Q 18. À quelle famille d'éléments appartient le sodium ? Donner au moins une propriétés physique ou chimique de cette famille.

Q 19. Quel est l'ion monoatomique formé par le sodium ? Justifier.

II.B – La réaction du sodium avec l'eau

Le sodium solide réagit totalement avec l'eau pour former du dihydrogène gazeux, des ions $Na^+_{(aq)}$ et des ions hydroxydes $HO^-_{(aq)}$.

Q 20. Donner l'équation chimique de la réaction modélisant cette transformation chimique.

Extrait de CCINP TSI SESSION 2022

Gilet de sauvetage

On étudie ici le modèle à " gonflage automatique hydrostatique " : lors de l'immersion, la pression de l'eau agit sur une membrane qui libère le percuteur d'une cartouche de gaz sous haute pression. Le gaz se détend, assurant ainsi un gonflage immédiat de la vessie (enveloppe étanche) du gilet. Le modèle de gilet étudié ici est un modèle avec une flottabilité F_a de 150 N, pour lequel une cartouche d'une contenance de 33 g de dioxyde de carbone, CO2, est préconisée.

Le volume utile de la cartouche de CO2 est de 15 mL.

Pour simplifier les calculs, on supposera que le gilet est utilisé en eau douce.

Chaque fois que c'est nécessaire, on suppose que le $CO_{2(g)}$ se comporte comme un gaz parfait.



Données			
Atome	Numéro atomique	Nombre de masse	Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)
C	6	12	12
O	8	16	16
Constante des gaz parfaits : $R = 8{,}3\ J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ Pression atmosphérique : Patm = 1,0 bar Masse volumique de l'eau : $\rho = 1{,}0 \cdot 10^3\ kg \cdot m^{-3}$			

Q10. Donner la configuration électronique des atomes de carbone et d'oxygène dans leur état fondamental.

Q11. Proposer, en la justifiant, la formule de Lewis du dioxyde de carbone CO_2.

Q12. Quelle géométrie peut-on prévoir pour cette molécule de CO_2 ? Justifier.

Q13. Quelle quantité de matière de CO_2 trouve-t-on dans les cartouches préconisées pour le gonflage du gilet ?