Jean-Marc Urbain
Lycée Janson de Sailly (PCSI)

Corrigé Concours commun Mines-Ponts
Chimie MP 2006

Le Carbone

1) $1s^2 2s^2 2p^2$; Il manque quatre électrons de valence à l'atome de carbone pour respecter la règle de l'octet. Il va donc mettre ses quatre électrons de valence en commun avec quatre autres électrons de valence d'autres atomes pour former quatre liaisons covalentes.

2) On peut citer les isotopes ^{12}C (6 protons, 6 neutrons), ^{13}C (6 protons, 7 neutrons), ^{14}C (6 protons, 8 neutrons).

3) Position de l'élément carbone : ligne 2, colonne 14.

4) Autres éléments de la colonne du carbone : Si, Ge, Sn ou Pb

5) Les **fullerènes** dont le « fameux » footballène (ou Buckminsterfullerène) C_{60} : structures sphériques formées le plus souvent d'hexagones et de pentagones adjacents d'atomes de carbone). Les **nanotubes** : structures tubulaires creuses fermées aux extrémités par des demi-sphères ; leur diamètre est de quelques nanomètres pour une longueur pouvant atteindre plusieurs micromètres.

6) Réseau cubique à faces centrées avec un atome en chaque nœud du réseau et un atome de carbone dans un site tétraédrique sur deux (en alternance).

7) La maille contient 8 atomes en propre. La coordinence est le nombre de plus proche voisin, ici le nombre d'atomes liés puisque le cristal est covalent. La coordinence vaut 4.

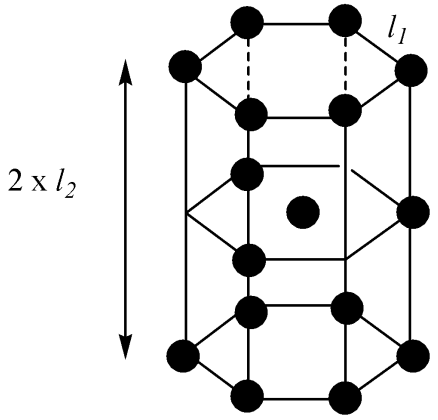
8) Le contact se fait le long de la diagonale du cube, dans les sites tétraédriques occupés. La relation est : $r = \frac{a\sqrt{3}}{8}$.

9) La compacité s'exprime par: $C = \frac{Z * 4/3\pi R^3}{V}$ avec $Z = 8$ donc C = $\frac{\pi\sqrt{3}}{16}$ = 0,34.

10) La masse volumique s'exprime par : $\rho = \frac{Z * M}{N_a V}$ soit ρ = 3,2 g.cm^{-3}.

11) Il reste 4 sites tétraédriques non occupés, et 4 sites octaédriques (1 au milieu de la maille et 1 au milieu de chaque arête, soit 12 sites appartenant chacun à 4 mailles).

12) Schéma du graphite (ceci n'est pas une maille !) :

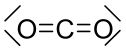


Surface base : $S = 3 \times l_1^2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

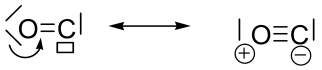
Nombres d'atomes en propre : 4

donc : $\rho = \frac{4 \times M_C}{N_a \times S \times 2l_2}$ soit

$\rho = \frac{16}{N_a \sqrt{3} l_2 l_1^2}$. Finalement : l_2 = 0,33 nm.

13) La molécule est linéaire : 

14) Deux formules mésomères peuvent être écrites. Si l'on considère la formule de Lewis avec les charges formelles, elle est apparemment en désaccord avec les électronégativités des éléments car c'est l'atome de carbone, moins électronégatif, qui porte une charge négative…



15) $CO_2 + 2\ H_2O = HCO_3^- + H_3O^+$

16) Loi de Guldberg et Waage :

$$Q_{r,éq} = \frac{\left[H_3O^+\right]_{éq}\left[HCO_3^-\right]_{éq}}{\left[CO_2\right]_{éq} C^\circ} = K$$

17)

	CO_2	+ 2 H_2O =	HCO_3^-	+ H_3O^+
t =0	10^{-2}	/	0	0
éq	10^{-2}-x	/	x	x

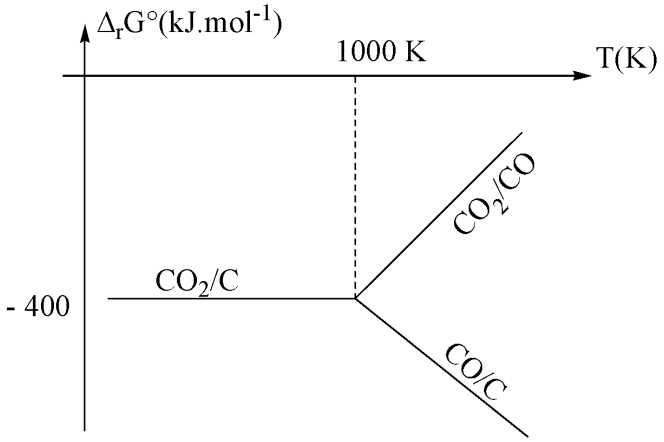
On détermine la valeur de x grâce à la relation de Guldberg-Waage. On obtient donc $pH = 4$ en négligeant l'autoprotolyse de l'eau (RPS).

18) Dans un domaine de température où il n'y a pas de changement d'état, l'enthalpie standard de réaction et l'entropie standard de réaction sont considérées comme constantes (leur valeur ne dépend pas de la température).

19) Attribution (à l'aide du signe des pentes ; la pente vaut $-\Delta_rS°$ et $\Delta_rS°$ a le même signe que $\Sigma\nu_{gaz}$) : **(B) (1) C/CO_2 :** horizontale ; **(A) (2) C/CO** : pente < 0 ; **(C) (3) CO/CO_2 :** pente > 0**.**

20) Pour T < 1000 K environ, le monoxyde de carbone CO se dismute ; la réaction d'équation 2 $CO_{(g)} = C + CO_{2(g)}$ a une enthalpie libre standard négative (« les domaines de prédominance sont disjoints »).

21) Le diagramme simplifié est :



22) FeO : no = +II ; Fe_2O_3 : no = +III ; Fe_3O_4 : no = +II,+II,+III

23) Oui, à condition de se placer à une température supérieure à 1100 K pour que l'enthalpie libre standard de la réaction de réduction d'équation : FeO + C = Fe + CO soit bien négative (« pour que les domaines d'existence de FeO et C soient disjoints »).

24) Un tel alliage est appelé acier.

25) $\Delta rH° = 630\ kJ.mol^{-1}$. Une élévation de température à pression constante du système initialement à l'équilibre entraîne un déplacement (voire une rupture) de l'équilibre dans le sens endothermique (loi de van't Hoff) ; ici il y a formation de SiC.

26) $\Delta rS° = 360$ J.mol^{-1}.K^{-1}. L'entropie standard de réaction obtenue est positive ce qui est logique vu le signe de $\Sigma \nu_{gaz}$ (même signe).

27) La température d'inversion est la température pour laquelle $\Delta rG°=O$; $T_i = 1750$ K.

28) **1** : 2H structure hexagonale compacte ; **2** : 3C structure cubique faces centrées.