



## Concours A2GP session 2017

Composition : **Chimie générale**

Durée : **2 Heures**



Institut National Polytechnique  
Félix Houphouët – Boigny  
SERVICE DES CONCOURS

*Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant la raison des initiatives qu'il est amené à prendre de ce fait.*

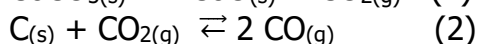
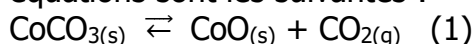
*Pour les calculs numériques demandés, on se limitera aux trois premiers chiffres significatifs. L'indication de l'unité employée devra être précisée pour chacun des résultats numériques.*

### 1. L'élément cobalt

- 1.1. Donner la configuration électronique de l'atome de cobalt dans l'état fondamental.
- 1.2. Préciser à quel bloc de la classification périodique appartient le cobalt. Comment appelle-t-on les éléments de ce bloc ?
- 1.3. Placer cet élément dans le tableau périodique.
- 1.4. Donner la configuration électronique de l'ion cobalt II,  $\text{Co}^{2+}$ , et de l'ion cobalt III,  $\text{Co}^{3+}$  dans l'état fondamental.
- 1.5. Donner le schéma de Lewis et la géométrie de  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  et  $\text{CO}_3^{2-}$

### 2. Dissociation du carbonate de cobalt

On considère un système physico-chimique au sein duquel interviennent les deux réactions dont les équations sont les suivantes :



- 2.1. Donner le schéma de Lewis et la géométrie de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  et  $\text{CO}_3^{2-}$
- 2.2. Déterminer la variance du système physico-chimique et commenter la valeur trouvée.
- 2.3. Etablir, pour chacune de ces deux réactions, l'expression de l'enthalpie libre standard de réaction  $\Delta_r G^\circ$  en fonction de la température T.
- 2.4. Dans ce système en équilibre, on mesure une pression partielle en dioxyde de carbone  $p(\text{CO}_2) = 5,0 \text{ bar}$ . Déterminer :
  - a- la température T
  - b- la pression partielle en monoxyde de carbone  $p(\text{CO})$ .
- 2.5. On se place désormais à une température de 700 K. Calculer :
  - c- les valeurs des constantes d'équilibre  $K^\circ_1$  et  $K^\circ_2$  pour les deux réactions (1) et (2) à 700 K ;
  - d- les pressions partielles des gaz à l'équilibre.
- 2.6. Préciser, en argumentant votre réponse, si les équilibres (1) et (2) subissent un déplacement, et si oui dans quel sens, dans les deux cas suivants :
  - e- ajout de carbone à température T et volume V constants ;
  - f- ajout de dioxyde de carbone à température T et volume V constants.

### 3 . Détermination du produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt (II)

*L'élaboration de piles et la mesure de force électromotrice permettent de déterminer certaines constantes d'équilibre. L'étude qui va suivre se propose d'utiliser une pile pour déterminer le produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt (II).*

Dans un bécher (noté 1), on verse 100 cm<sup>3</sup> d'une solution de nitrate d'argent AgNO<sub>3</sub> de concentration molaire c<sub>1</sub> = 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, puis on y plonge une électrode d'argent.

Dans un second bécher (noté 2), on verse 100 cm<sup>3</sup> d'une solution de chlorure de cobalt CoCl<sub>2</sub> de concentration molaire c<sub>2</sub> = 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, puis on y plonge une électrode de cobalt.

On relie les deux béchers par un pont salin contenant du nitrate d'ammonium NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. On mesure alors une force électromotrice, notée E, aux bornes de la pile ainsi constituée. L'expérience donne : E = 1,05 V à une température de 25 °C.

#### 3.1. Schématisation de la pile.

3.1.1. Déterminer la polarité de la pile (anode et cathode)

3.1.2. Effectuer un schéma de la pile.

3.1.3. Indiquer le rôle du pont salin ?

3.1.4. Expliquer pourquoi on ne peut-on pas utiliser un pont contenant du bromure de potassium ?

#### 3.2. Détermination du potentiel standard du couple Co<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>/Co<sub>(s)</sub>

3.2.1. Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu dans la pile quand celle-ci débite.

3.2.2. En négligeant le potentiel de jonction et à l'aide des relations de Nernst, donner l'expression littérale de la force électromotrice de la pile.

3.2.3. Déterminer, dans les conditions de l'expérience, la valeur du potentiel standard du couple Co<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>/Co<sub>(s)</sub>.

3.2.4. Donner la valeur de la constante d'équilibre de la réaction de fonctionnement de la pile.

3.2.5. Déterminer la composition de la pile lorsque celle-ci est usée, c'est-à-dire ne débite plus.

#### 3.3. Détermination du produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt (II) Co(OH)<sub>2</sub>(s).

On ajoute dans le bécher 2, contenant des ions Co<sup>2+</sup> en solution aqueuse, une pastille d'hydroxyde de sodium NaOH<sub>(s)</sub>. On obtient une solution saturée d'hydroxyde de cobalt Co(OH)<sub>2</sub>(s). On mesure alors la force électromotrice de la pile ainsi constituée et on obtient une valeur E' = 1,18 V.

3.3.1. Déterminer la valeur de la concentration molaire des ions Co<sup>2+</sup> dans le bécher 2.

3.3.2. En déduire la valeur du produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt (II).

#### DONNEES à 298 K :

- Numéro atomique du cobalt : Z = 27
- Masses molaires atomiques M (en g.mol<sup>-1</sup>) :

Atome	H	N	Cl	Co
M (en g.mol <sup>-1</sup> )	1	14	35,5	58,9

- Potentiel standard d'oxydoréduction à : E° (Ag<sup>+</sup>/Ag) = 0,80 V  
E° (S<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>/S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>) = 0,08 V et E°(I<sub>3</sub><sup>-</sup>/I<sup>-</sup>) = 0,54 V
- Grandeurs molaires standard :

	C <sub>(s)</sub>	CO <sub>(g)</sub>	CO <sub>2</sub> (g)	CoO <sub>(s)</sub>	CoCO <sub>3</sub> (s)
S° (J.K <sup>-1</sup> .mol <sup>-1</sup> )	5,7	197	213	53	132
Δ <sub>r</sub> H° (kJ.mol <sup>-1</sup> )	0	-110	-393	-238	-710

- Les gaz sont assimilés à des gaz parfaits R = 8,31 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>