

**Chimie des solutions aqueuses et mécanique**

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction**, la **clarté** et la **précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

**Problème 1 : L'eau (Extrait Banque PT)**

*L'eau est le composé chimique le plus important des substances terrestres, toute vie animale ou végétale dépend de sa présence. Considérée et vénérée anciennement comme l'un des éléments vitaux, l'eau est devenue également de la plus grande importance aussi bien pour l'industrie que pour les besoins individuels.*

**III - Étude de la solubilisation de gaz et de solides dans l'eau*****A - Dissolution du dioxyde de carbone***

On sait qu'à 25° C, lorsque l'eau liquide, initialement pure est saturée en dioxyde de carbone présent dans l'air, son pH atteint une valeur égale à 5,4.

Outre la réaction de dissolution, les réactions suivantes se produisent :



- 1°) Expliquer pourquoi le pH d'une eau laissée au contact de l'atmosphère à 25°C n'est pas neutre; quelle est la réaction prépondérante sur le plan acido-basique ?
- 2°) Que vaut la concentration molaire en dioxyde de carbone dans l'eau ? On indiquera et justifiera a posteriori les approximations légitimes, et on pourra utiliser les domaines de prédominances des espèces  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ , hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  et carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$ .
- 3°) En déduire le nombre total de moles de dioxyde de carbone dissoutes dans un bécher qui contient 500 ml d'eau.
- 4°) L'existence d'une eau "dure" résulte de la réaction acido-basique de  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$  contenu dans une eau de pluie (qui a dissous du dioxyde de carbone de l'atmosphère), sur le carbonate de calcium (le calcaire du sol)  $\text{CaCO}_{3(\text{s})}$ , solide dont le produit de solubilité  $K_{\text{S}}$  est fourni en annexe . Ecrire l'équation-bilan de cette réaction, sachant que l'hydrogénocarbonate de calcium est soluble dans ces conditions. Calculer la constante d'équilibre de la réaction.

## ***B - Dissolution des nitrates***

Les nitrates étant généralement très solubles, une eau (initialement pure) a été polluée par du nitrate de plomb  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , totalement dissous sous forme d'ions  $\text{Pb}^{2+}$  et  $\text{NO}_3^-$ .

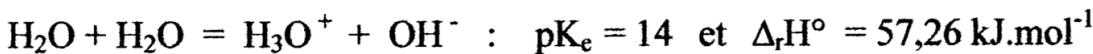
- 1°) En vous aidant des données fournies en annexe, préciser comment on peut mettre en évidence, sans faire varier le pH, la présence de plomb dans cette eau.
- 2°) Quelle masse maximale de ce nitrate a pu être dissoute dans un litre d'eau à  $25^\circ\text{C}$  et de pH égal à 7, sans que l'on ait pu constater la précipitation de l'hydroxyde de plomb ?
- 3°) Sachant qu'une eau potable doit contenir moins de  $50 \mu\text{g}$  d'ions plomb par litre, et moins de  $50 \text{ mg}$  d'ions nitrate par litre, que pensez-vous de l'eau étudiée dans la situation limite évoquée à la question précédente ?
- 4°) On souhaite préparer au laboratoire une solution à  $100 \text{ g}$  par litre de nitrate de plomb, totalement dissous: comment doit-être choisi le pH ?

### **Notations utilisées dans ce problème :**

- L'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$  est notée ici  $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})_{(\text{aq})}$  ou simplement  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ .
- Il faut utiliser  $\rightleftharpoons$  dans votre copie à la place de  $=$  (ancienne notation).

### **Données:**

Solutions aqueuses :



$$K_s[\text{CaCO}_3] = 10^{-8,4}$$

$$K_s[\text{Pb}(\text{OH})_2] = 10^{-16} \quad ; \quad K_s[\text{PbSO}_4] = 2 \cdot 10^{-8} \quad ; \quad K_s[\text{PbCl}_2] = 10^{-4,8}$$

$$E^\circ(\text{H}^+ / \text{H}_2(\text{g})) = 0,00 \text{ V} \quad ; \quad E^\circ(\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 1,23 \text{ V} \quad ; \quad \frac{RT}{F} \ln X = 0,06 \log X$$

### **Masses molaires des éléments en $\text{g.mol}^{-1}$**

$$\text{H} : 1 \quad \quad \quad \text{O} : 16 \quad \quad \quad \text{N} : 14$$

$$\text{Na} : 23 \quad \quad \quad \text{Cl} : 35,5 \quad \quad \quad \text{Pb} : 207$$

### **Rayons ioniques**

$$\text{Na}^+ : 98 \text{ pm}$$

$$\text{Cl}^- : 181 \text{ pm}$$

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

### **Constantes physico-chimiques**

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

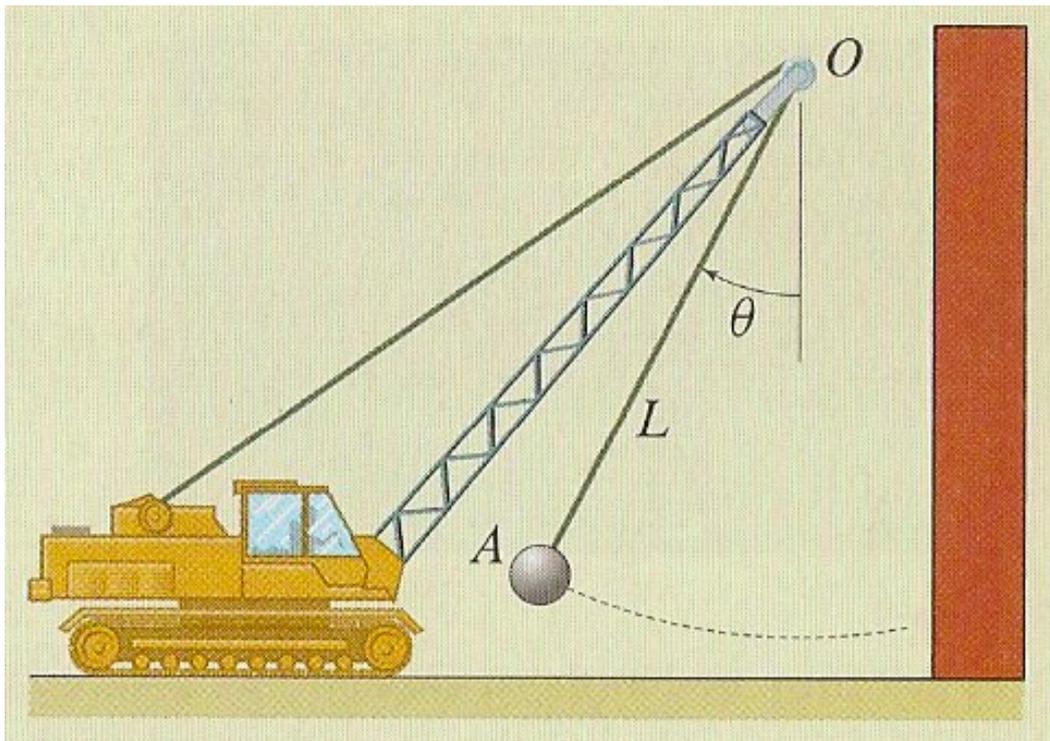
$$R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

## Problème 2 : Tension sur le câble d'une boule de destruction

---

Une boule de destruction de chantier (cf. figure) est lâchée à vitesse nulle d'un angle de  $\theta_0 = 30^\circ$ . La masse de la balle vaut  $m = 1000 \text{ kg}$  et le câble a une longueur  $L = 10 \text{ m}$ .

- Par application de la seconde loi de Newton, déterminez une expression littérale de la tension du câble en fonction, en particulier, de l'angle et de la vitesse angulaire. Il faudra faire un schéma clair de la situation avec le système de coordonnées utilisé, les forces etc...
- Par une approche énergétique, donnez une expression de la vitesse angulaire de la boule pour un angle quelconque.
- Déterminez alors la tension du câble quand la boule atteint  $\theta_0 = 0^\circ$ . On fera l'application numérique. Conclusion ?



### BONUS

---

Calculer le  $pH$  d'une solution qui résulte du mélange de  $60,0 \text{ mL}$  de  $\text{NaOH}_{(aq)}$  à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $50,0 \text{ mL}$  de  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$  ( $K_B = 5,6 \times 10^{-10}$ ) à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .