

## Planche 2

### Questions de cours (15 min)

**Question Atomistique :** Énoncer la relation de Planck et donner l'énergie d'un photon émis lors d'une désexcitation d'un atome d'hydrogène.

**Question Réaction Chimique :** Comment prévoir le sens d'évolution spontané d'un système chimique ? Définir le critère d'évolution en comparant  $Q_r$  et  $K^o$ . Que se passe-t-il lorsque  $Q_r = K^o$  ?

### Exercice : Atome d'hydrogène et synthèse de l'iodure d'hydrogène (45 min)

#### Partie 1 : Spectre de l'atome d'hydrogène

L'énergie des niveaux électroniques de l'atome d'hydrogène est donnée par :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \quad \text{avec } E_0 = 13,6 \text{ eV}$$

- Représenter sur un diagramme énergétique les quatre premiers niveaux d'énergie ( $n = 1, 2, 3, 4$ ).
- Montrer que pour une transition entre deux niveaux  $m \rightarrow n$  (avec  $m > n$ ), la longueur d'onde du photon émis s'écrit :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

- où  $R_H$  est la constante de Rydberg. Exprimer  $R_H$  en fonction de  $E_0$ ,  $h$  et  $c$ .
- La série de Balmer correspond aux transitions vers le niveau  $n = 2$ . On mesure expérimentalement les longueurs d'onde suivantes :

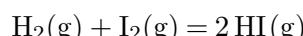
Transition	$3 \rightarrow 2$	$4 \rightarrow 2$	$5 \rightarrow 2$	$6 \rightarrow 2$
$\lambda$ (nm)	656,3	486,1	434,0	410,2

Calculer la constante de Rydberg  $R_H$  à partir de la première raie ( $3 \rightarrow 2$ ). Donner le résultat en  $\text{m}^{-1}$ .

- Calculer la valeur théorique de  $R_H$  à partir de la formule établie en question 2. Comparer avec la valeur expérimentale.

#### Partie 2 : Équilibre de formation de l'iodure d'hydrogène

On étudie la synthèse de l'iodure d'hydrogène gazeux selon la réaction :



À la température  $T = 700 \text{ K}$ , la constante d'équilibre vaut  $K^o = 54$ .

Dans un réacteur de volume constant  $V = 2,0 \text{ L}$  maintenu à  $700 \text{ K}$ , on introduit initialement :

- $n_{\text{H}_2}^0 = 0,20 \text{ mol}$
- $n_{\text{I}_2}^0 = 0,20 \text{ mol}$
- $n_{\text{HI}}^0 = 0 \text{ mol}$

- Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
  - Écrire l'expression de la constante d'équilibre  $K^o$  en fonction des pressions partielles.
  - Les réactifs sont-ils introduits en proportions stoechiométriques ?
  - Exprimer les pressions partielles à l'équilibre en fonction de l'avancement  $\xi_{eq}$ , du volume  $V$  et de la température  $T$ .
  - En déduire l'expression de  $K^o$  en fonction de  $\xi_{eq}$ . Résoudre l'équation pour déterminer  $\xi_{eq}$ .
  - Calculer les quantités de matière de chaque espèce à l'équilibre.
  - Calculer le taux d'avancement de la réaction. Quel est le type de cette réaction ?
  - On ajoute maintenant  $0,10 \text{ mol}$  de  $\text{HI}$  supplémentaire dans le réacteur à volume et température constants. Calculer le nouveau quotient réactionnel  $Q_r$ . Dans quel sens le système évolue-t-il ?
- Données :**  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ ;  $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $P^o = 1 \text{ bar}$