

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 :

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

- 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 :

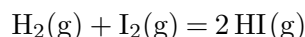
Transition	$3 \rightarrow 2$	$4 \rightarrow 2$	$5 \rightarrow 2$	$6 \rightarrow 2$
λ (nm)	656,3	486,1	434,0	410,2

Calculer la constante de Rydberg R_H à partir de la première raie ($3 \rightarrow 2$). Donner le résultat en 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 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 stœchiométriques ?
- Exprimer les pressions partielles à l'équilibre en fonction de l'avancement ξ_{eq} , du volume V et de la température T .
- En déduire l'expression de K^o en fonction de ξ_{eq} . Résoudre l'équation pour déterminer ξ_{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 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 : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $P^o = 1 \text{ bar}$