Programme de colles	Semaine du 13/05/2024

Chapitre 23 – Introduction à la physique quantique

- Interpréter qualitativement l'effet photoélectrique à l'aide du modèle particulaire de la lumière. Savoir établir, par un bilan d'énergie, la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence du rayonnement.
- Expliquer en quoi l'expérience des fentes d'Young, utilisées avec des électrons, impliquent que ces électrons possèdent un comportement ondulatoire.
- **Relations de Planck-Einstein** pour un photon constituant une lumière de fréquence ν :

$$\varepsilon = h\,\nu \qquad \text{et} \qquad p = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{h\,\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} = \hbar\,k$$

- **Longueur d'onde de de Broglie** (prononcé de Broye) pour une particule de vitesse v (non relativiste) ayant une masse :

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\,v} \qquad \text{avec toujours l'énergie cinétique} \qquad \mathcal{E}_\mathrm{c} = \frac{1}{2} m\,v^2 = \frac{p^2}{2\,m}$$

- Savoir déterminer si des aspects ondulatoires de la matière se manifesteront dans une situation en comparant les longueurs d'ondes de de Broglie aux longueurs caractéristiques de la situation.
- Interprétation probabiliste de la fonction d'onde : $|\Psi(x,t)|^2\,\mathrm{d}x$ est la probabilité qu'on détecte la particule dans un intervalle $\mathrm{d}x$ autour du point de coordonnée x à un instant t donné.
- Comprendre de cette interprétation que l'état précis d'une particule ne peut jamais être exactement connu. La position ou l'impulsion d'une particule, mesurées séparément, ne peuvent alors pas être connues simultanément, chaque mesure influant sur l'état du système.
- Ces indéterminations sont de plus liées, dans le cas de position et impulsion sur un même axe : si on mesure de plus en plus précisément l'un des deux, l'indétermination de l'autre augmente. Cela est exprimé par l'**inégalité de Heisenberg** :

$$\Delta x\,\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \qquad \text{(idem dans les autres directions)}$$

- Modèle de Bohr :
  - Hypothèses mécaniques (électron particule ponctuelle, proton immobile, trajectoire circulaire, force électrostatique) et de quantification ($\|\vec{\sigma}_\mathrm{O}\| = n\,\hbar$).
  - Expression du *rayon* et de l'*énergie mécanique* en fonction de n.
  - Formule de Rydberg permettant de déterminer les longueurs d'onde d'émission et d'absorption :

$$\frac{1}{\lambda_\text{émis}} = \mathrm{R}_\infty \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \tag{1}$$

Chapitre 24 – Diagrammes E-pH

- Principe d'un diagramme E-pH. Savoir expliquer l'utilité de conventions de tracé et savoir utiliser les conventions de tracé données.
- Seul le tracé *ab nihilo* du diagramme de l'eau est exigible, en connaissant les conventions « classiques » : pressions partielles égales à la pression standard. Savoir interpréter ce diagramme.
- Définition d'un hydroxyde métallique. Savoir expliquer pourquoi un hydroxyde métallique a un comportement basique en solution (libération d'ions HO^-).

Les compétences qui suivent s'appliquent à un (ou plusieurs) diagrammes fournis, en précisant la liste des espèces présentes mais pas forcément leur domaine de stabilité.

- Savoir placer les différentes espèces en raisonnant uniquement sur les nombres d'oxydation et sur le caractère acido-basique.
- Savoir établir l'équation des différentes frontières en utilisant les conventions fournies.
- Savoir utiliser les propriétés de continuité du diagramme.
- Savoir prédire, à l'aide des diagrammes, si deux espèces peuvent (ou non) coexister et les conséquences.
- Savoir repérer une dismutation sur un diagramme E-pH.

Chapitre 25 – Mécanique du solide

Note aux colleurs : Exercices élémentaires uniquement cette semaine

- Définition d'un solide (indéformable). Description cinématique d'un solide pour deux types de mouvements :
  - Solide en translation : tous les points du solide ont la même vitesse instantanée ; translation rectiligne et translation circulaire.
  - Solide en rotation autour d'un axe Δ : tous les points du solide ont la même *vitesse de rotation* ; vecteur vitesse angulaire $\overrightarrow{\Omega}$; lien entre la vitesse $\overrightarrow{v}_i$ d'un point M_i du solide et $\overrightarrow{\Omega}$:

$$\overrightarrow{v}_i = \overrightarrow{\Omega} \wedge \overrightarrow{\mathrm{OM}_i} \qquad \text{où } \mathrm{O} \in \Delta \tag{2}$$

- Savoir donner la définition générale d'un moment d'inertie par rapport à un axe Δ

$$\mathrm{J}_\Delta = \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} m_i \, r_i^2 \tag{3}$$

  sa dimension, sa signification physique (résistance du solide à sa mise en rotation). Aucune expression de moment d'inertie n'est à connaître ni à savoir démontrer.
- Expliquer qualitativement pourquoi, si on considère une boule homogène et une sphère de même masse, $\mathrm{J}_\Delta(\text{boule}) < \mathrm{J}_\Delta(\text{sphère})$, où Δ passe par le centre de la boule/sphère.
- Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe $(\Delta, \overrightarrow{u})$, savoir donner (**sans démonstration**) la relation entre le moment cinétique scalaire du solide σ_Δ, la vitesse angulaire de rotation ω et le moment d'inertie du solide J_Δ :

$$\sigma_\Delta = \mathrm{J}_\Delta \, \omega \tag{4}$$

- Expression du théorème du moment cinétique pour un solide de moment d'inertie J_Δ en rotation autour d'un axe fixe Δ.
- Cas particulier du poids s'exerçant sur un solide : son action mécanique est équivalente au poids exercé sur le centre d'inertie G affublé de la masse totale du solide (résultante des forces et somme des moments).
- Définition d'un couple. Définition d'une liaison pivot idéale (ou parfaite).
- Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe $(\Delta, \overrightarrow{u})$, de moment d'inertie J_Δ, savoir donner (**sans démonstration**) l'expression de son énergie cinétique.
- Savoir montrer que, pour un solide en rotation autour d'un axe fixe, il y a équivalence entre la loi scalaire du moment cinétique et le théorème de la puissance cinétique (on passe de l'une à l'autre en dérivant ou en intégrant par rapport au temps, à un facteur $\dot{\theta}$ près).
- Exemple du pendule pesant de moment d'inertie J_Δ par rapport à son axe de rotation constitué d'une liaison parfaite :
  - Savoir établir l'équation du mouvement en utilisant le théorème du moment cinétique.
  - Savoir établir une intégrale première du mouvement (correspondant à la conservation de l'énergie mécanique).