Programme de colle 23

S. Benlhajlahsen $\rightarrow$ *PCSI*$_1$

Semaine du lundi 31 mars 2025

Sommaire

Au programme cette semaine :

I Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique ou dans un champ magnétique

1. Force de Lorentz
   (a) définition
   (b) tranfert d'énergie du champ électrique à une particule

   > **Capacité exigible :** Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.

2. Action d'un champ électrique sur une particule chargée
   (a) accélération linéaire d'une particule chargée

   > **Capacité exigible :** Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.

   (b) mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme et constant

   > **Capacité exigible :** Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant.

   (c) déviation d'un faisceau d'électron
3. Action d'un champ magnétostatique sur une particule chargée

   > **Capacité exigible :** Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.

   (a) équation du mouvement
   (b) nature du mouvement
   (c) application : le cyclotron

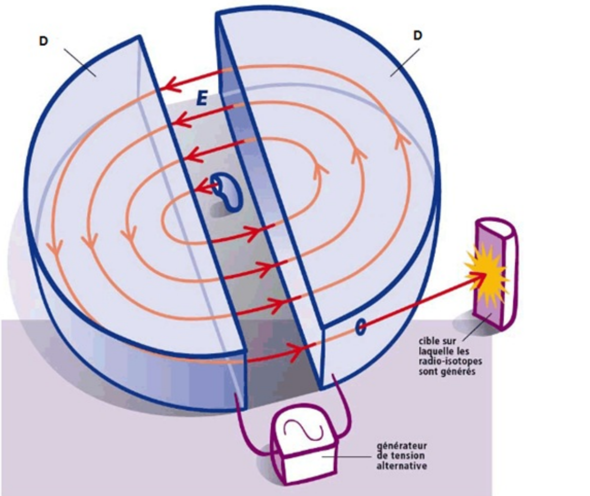

FIGURE 1 – Cyclotron

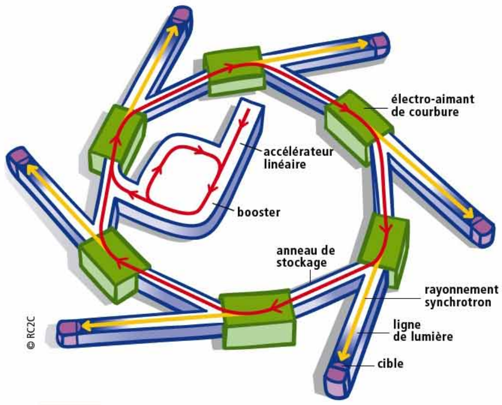

FIGURE 2 – Synchrotron soleil

II Théorie cinétique des gaz parfait

1. Hypothèses de la théorie cinétique des gaz parfaits
   (a) Agitation thermique

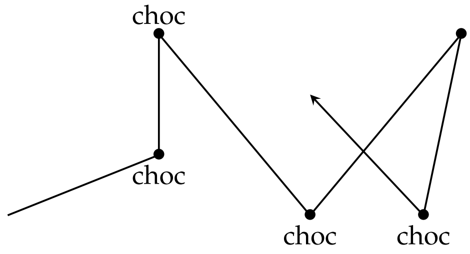

FIGURE 3 – Marche aléatoire : entre deux chocs, le mouvement est rectiligne.

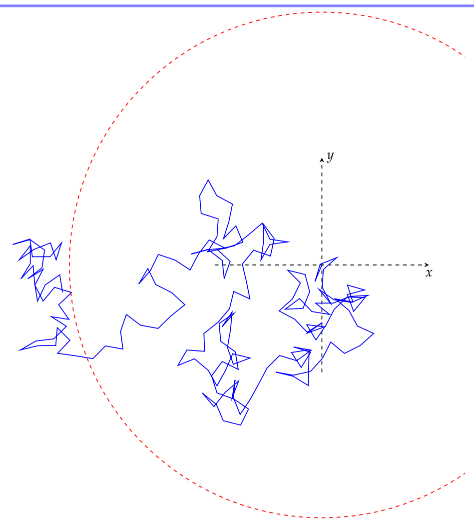

FIGURE 4 – exemples de marche aléatoire à deux dimensions. On peut montrer que la distance moyenne parcourue après N pas de longueur ℓ est de l'ordre de $\sqrt{N}\,\ell$ (rayon du cercle rouge).

> **Remarque :** La distance moyenne parcourue entre deux chocs est appelée **libre parcours moyen**.

   (b) Vitesse d'ensemble du gaz
   (c) Moyenne temporelle, moyenne statistique

> **Hypothèse ergodique :** On suppose que la moyenne statistique d'une grandeur physique à t sur les particules du gaz se confond avec la moyenne temporelle de cette même grandeur pour une particule donnée.

   (d) Équilibre statistique, distributions des vitesses

> **Capacité exigible :** Distribution des vitesses v moléculaires d'un gaz (homogénéité et isotropie). Vitesse quadratique moyenne.

> **Remarque :** La vitesse quadratique moyenne u pour un gaz vérifie :
>
> $$u = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3k_{\mathcal{B}}T}{m}}$$
>
> où $k_{\mathcal{B}} = 1{,}38 \times 10^{-23}\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$ est la constante de Boltzmann.

2. Pression cinétique
   (a) Définition
   (b) Choc entre une particule et la paroi
   (c) Un calcul simplifié de la pression cinétique

> **Capacité exigible :** Utiliser un modèle unidirectionnel avec une distribution discrète de vitesse pour montrer que la pression est proportionnelle à la masse des particules, à la densité particulaire et au carré de la vitesse quadratique moyenne.

3. Température cinétique et énergie interne

> **Capacité exigible :** Température cinétique. Exemple du gaz parfait monoatomique : $E_c = \frac{3}{2}k_{\mathcal{B}}T$. Calculer l'ordre de grandeur d'une vitesse quadratique moyenne dans un gaz parfait.

(a) Définition de la température cinétique
(b) Équation d'état du gaz parfait
(c) Énergie interne
(d) Cas des gaz parfaits diatomiques

> **Idée :** La température est la manifestation des degrés de liberté dans un gaz (translation, rotation, vibration). Pour un gaz parfait diatomiques, l'énergie interne du gaz passe de $U = \frac{3n\mathrm{R}T}{2}$ puis $U = \frac{5n\mathrm{R}T}{2}$ (si on prend en compte la rotation) et $U = \frac{7n\mathrm{R}T}{2}$ (si on prend en compte la vibration).