Partie VI : Mécanique
Chapitre 4

Correction – TD – Mouvement des particules chargées

IV Cyclotron

1 - Il s'agit d'un mouvement dans un champ $\vec{B}$ constant, donc on sait que le mouvement est circulaire.

Cf démonstration du cours pour prouver qu'il est uniforme et que le rayon est $\boxed{R = \dfrac{mv}{eB}.}$

2 - Temps pour un demi-tour : $T = \dfrac{1}{2} \times \dfrac{2\pi R}{v} = \dfrac{\pi mv/eB}{v}$ soit

$$\boxed{T = \frac{\pi m}{eB}.}$$

Ceci ne dépend pas de v.

3 - Le proton passe tout les $T = \dfrac{\pi m}{eB}$, mais tantôt en venant de la droite et tantôt de la gauche. Si on veut l'accélérer à chaque fois, il faut que le champ électrique soit à chaque fois dans le même sens que sa vitesse, donc il faut inverser le sens du champ électrique à chaque passage, avec une fréquence

$$\boxed{f = \frac{1}{T} = \frac{eB}{\pi m}.}$$

4 - Notons E_{mA} l'énergie mécanique du proton juste avant qu'il n'entre dans la zone centrale où il est accéléré, et E_{mB} celle lorsqu'il ressort.

On a $E_{mA} = E_{cA} + eV_A$ et $E_{mB} = E_{cB} + eV_B$, avec $V_A - V_B = U_m$ la différence de potentiel appliquée.

Or $E_{mA} = E_{mB}$, d'où $E_{cB} + eV_B = E_{cA} + eV_A$, d'où une augmentation

$$\boxed{\Delta E_c = E_{cB} - E_{cA} = e(V_A - V_B) = eU_m.}$$

5 - Notons $v_f = 15 \cdot 10^3\,\mathrm{km/s}$. L'objectif est que le proton atteingne une énergie cinétique finale $E_{cf} = \dfrac{1}{2}mv_f^2$.

Il faut donc un nombre d'accélérations qui est $N = \dfrac{E_{cf}}{\Delta E_c} = \dfrac{E_{cf}}{eU_m} = 469{,}1$, donc disons $\boxed{N = 470}$ demi-tours.

6 - $\boxed{R_f = \dfrac{mv_f}{eB} = 1{,}6\,\mathrm{m}.}$