

Conformément à l'usage typographique international, les vecteurs sont représentés en gras

Synchrocyclotron

On considère un synchrocyclotron qui fonctionne avec une induction magnétique $B = 1.8$ Tesla, induction qui sera supposée uniforme dans tout l'entrefer, et qui permet d'accélérer des protons jusqu'à 600 MeV.

1. On désigne par x l'énergie cinétique réduite des particules en cours d'accélération :

$$x = \frac{T}{E_0}$$

avec T l'énergie cinétique et E_0 l'énergie au repos.

- (a) Montrer que le rayon de courbure, R , de la trajectoire de la particule est relié à leur énergie cinétique réduite par :

$$R = \frac{E_0}{qBc} \sqrt{x^2 + 2x}$$

On écrira d'abord l'équation du mouvement pour une particule relativiste dans un champ magnétique constant. On démontrera ensuite que la force de Laplace ne "travaille" pas et que le mouvement dans le plan perpendiculaire au champ \mathbf{B} est circulaire.

- (b) Etablir l'expression donnant la fréquence ν de l'oscillateur chargé de fournir le champ électrique accélérateur en fonction de l'énergie réduite x .
 - (c) Calculer le rayon de l'orbite d'extraction du synchrocyclotron. Calculer les valeurs ν_i et ν_f de la fréquence de l'oscillateur au début et à la fin du cycle d'accélération.
2. Sachant que la tension crête de l'oscillateur est de 12 kV et que les particules traversent la coupure accélératrice lorsque la phase est égale à $\pi/6$ par rapport au maximum, calculer le nombre de tours effectués par les protons dans la machine ainsi qu'une valeur approchée du cycle d'accélération.

On rappelle:

$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg, masse du proton,

$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, valeur absolue de la charge de l'électron et du proton,

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s, vitesse de la lumière.

Mouvement uniforme relativiste sur une route inclinée

1. Un camion de longueur L est arrêté sur une route plane, inclinée de θ sur l'horizontale Ox . Pour un observateur animé d'un mouvement de translation parallèlement à Ox , de vitesse $u = \beta c$ par rapport à la terre, le camion a une longueur apparente L' et la route semble être inclinée de θ'_0 sur le sol horizontal.

Exprimer L'/L en fonction de $\sin\theta$ et $\sin\theta'_0$, puis en fonction de β et $\cos\theta$.

Exprimer $\tan\theta'_0/\tan\theta$ en fonction de β .

2. Le camion se déplace maintenant sur la route inclinée, à la vitesse constante v . L'observateur voit le camion effectuer un trajet rectiligne avec une vitesse constante \mathbf{v}' faisant l'angle θ' avec $O'x'$. Exprimer $\tan\theta'$ en fonction de θ , v et β .
3. La trajectoire du camion semble verticale pour l'observateur.

Calculer, en fonction de v et θ , les valeurs de u et v' .

En déduire la durée t' de parcours mesurée par l'observateur en fonction de v , θ et de la durée t de parcours dans le référentiel terrestre.