

CAPES de Physique-Chimie

Préparation à l'écrit

TD Mécanique du point

16 novembre 2005

1. Equation du mouvement d'un pendule simple pesant

Une particule ponctuelle M de masse m est suspendue à un fil de longueur l indéformable et de masse négligeable. L'ensemble (particule + fil) est mobile dans le plan xOy autour de l'axe Oz . Le référentiel du laboratoire sera considéré comme galiléen. Dans cette étude on ne considèrera que la force de pesanteur et la tension du fil. Le milieu dans lequel s'effectue le mouvement est l'air.

- (a) Déterminer les vecteurs position, vitesse et accélération de la particule.
- (b) Etablir l'équation différentielle du mouvement de la particule:
 - i. en appliquant le principe fondamental de la dynamique,
 - ii. en appliquant le théorème du moment cinétique,
 - iii. en utilisant une méthode énergétique.

2. Trajectoire d'une particule chargée dans un champ magnétique

Un électron, non relativiste, de masse m et de charge $-e$, pénètre à l'instant $t = 0$ dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B} = B\vec{e}_y$, avec une vitesse initiale \vec{v}_0 appartenant au plan yOz et faisant un angle α avec l'axe Oy . On mènera cette étude dans un référentiel supposé galiléen. On négligera la force de pesanteur.

- (a) En quoi le fait que l'électron soit considéré comme non relativiste est important pour l'étude de son mouvement?
- (b) Comment appelle-t-on la force \vec{f} que subit l'électron?
- (c) Déterminer l'expression de cette force.
- (d) Montrer que le travail de cette force \vec{f} est nul au cours du mouvement.
- (e) Peut-on accélérer une particule chargée en utilisant un champ magnétique? Justifier votre réponse.
- (f) Démontrer que la trajectoire de cette particule est décrite avec une vitesse \vec{v} de norme constante.
- (g) En appliquant le principe fondamental de la dynamique, écrire les équations différentielles du mouvement.
- (h) Démontrer que le mouvement de l'électron selon l'axe Oy est un mouvement rectiligne uniforme.
- (i) Démontrer que le mouvement de l'électron dans le plan xOz est circulaire uniforme de vitesse angulaire ω_0 et de rayon R , d'une part en déterminant les équations paramétriques vérifiées par $x(t)$ et $z(t)$ et d'autre part en menant cette étude dans le repère local de Frenet (\vec{T}, \vec{N}) .

- (j) Déterminer la nature de la trajectoire et représentez la qualitativement.
- (k) Déterminer l'accroissement h de la composante selon Oy du vecteur position de l'électron lorsque celui-ci effectue un tour dans le plan xOz . Comment appelle t-on cette distance?

3. Référentiels non Galiléens

Un point matériel M de masse m se déplace sans frottement sur une demi-droite Ox' . Cette demi-droite est mobile dans un plan horizontal autour d'un axe fixe Oz passant par O à la vitesse angulaire constante ω . On pose $\overrightarrow{OM} = \vec{r}$. A l'instant initial le point M est en M_0 avec $\overrightarrow{OM_0} = \vec{r}_0$.

- (a) Décrire le mouvement d'entraînement et le mouvement relatif.
- (b) On choisit le référentiel mobile lié au plan méridien $(Ox'y'z)$. Ecrire le principe fondamental de la dynamique dans ce référentiel.
- (c) Dédire de l'équation précédente la loi du mouvement selon Ox' ainsi que les vecteurs vitesse et accélération instantanés.
- (d) Déterminer la réaction de la demi-droite sur le point M et préciser sa direction par rapport à la verticale.