# TRAVAUX DIRIGÉS DE PHYSIQUE

*Vendredi 26/03/2009*

## *Exercice N°1*

On repère l'espace avec un système de coordonnées cylindriques $(r, \theta, z)$. Un point matériel se meut dans le plan z=0 avec un moment cinétique L relativement à Oz constant.

1. Montrer que $\boldsymbol{L}_{M/O}$ est constant (O désigne l'origine des coordonnées)
2. Quelle est la trajectoire de M si $\frac{d\theta}{dt}=\omega=C^{te}$ ?
3. On suppose que $\omega$ varie ainsi : $\omega=\omega_0 e^{\frac{t}{\tau}}$ ; $\tau$ est une constante positive.
    1. Déterminer $r(t)$
    2. Qualitativement, quelle est la trajectoire de M ?

## *Exercice N°2*

On repère l'espace par le repère orthonormé direct Oxyz. Le référentiel est galiléen, Oz pointe selon la verticale ascendante. Un fil inextensible parfaitement souple de longueur l est attaché d'un côté à O, de l'autre côté à un point matériel M de masse m.

On suppose que le mouvement de M est tel que le fil est tendu en permanence, et que M suit une trajectoire circulaire de plan perpendiculaire à Oz, avec une cote z négative. Cette trajectoire est décrite avec une vitesse angulaire $\omega$ constante. On note $\theta$ l'angle entre le fil et Oz.

1. Exprimer $L_{M/Oz}$ en fonction notamment de $\omega$
2. En appliquant le PFD en projection radiale et selon Oz, déterminer la relation existant entre $\omega$ et $l, \theta, g=\|\boldsymbol{g}\|$ .
3. Que peut-on dire pour de faibles valeurs de $\theta$ ? Pourquoi ?

## *Exercice N°3*

L'atome d'hydrogène peut se décrire en première approximation par un électron de charge -e (point matériel M de masse m) en orbite circulaire de rayon r et pulsation $\omega$ autour du proton fixe de charge e (point O).

1. Déterminer la relation entre $\omega$ et r.

2. La réalité montre que les valeurs possibles de l'énergie mécanique $E_m$ de l'électron sont quantifiées : $E_m$ ne prend que des valeurs discrètes. La relation précédente permet-elle de trouver cela ?
3. À l'électron de vitesse v, on associe une onde de longueur d'onde $\lambda=\frac{h}{mv}$ ; h désignant la constante de Planck (6.62 $10^{-34}$ J.s). On suppose que la condition suivante est satisfaite : $2\pi r=n\lambda\,;n=1,2,3,...$
    1. Déterminer les valeurs possibles $r_n$ de r. A.N. pour n=1.
    2. Déterminer les valeurs possibles $E_n$ de $E_m$ .
    3. Montrer que le moment cinétique en O est quantifié, de valeurs multiples de $\hbar=\frac{h}{2\pi}$ .

**Exercice N°4**

On repère l'espace par le repère orthonormé direct Oxyz. Le référentiel est galiléen, on considère un point matériel M de masse m et charge q se déplaçant sans frottements dans le plan Oxy.

1. M subit une force $\boldsymbol{F}=-k\,\boldsymbol{OM}$ .
    1. Montrer que $\boldsymbol{L}_{M/O}$ est conservé.
    2. Quelle équation différentielle régit x(t) ? y(t) ?
    3. Montrer en résolvant les équations précédentes que des trajectoires circulaires sont possibles, déterminer leur pulsation.
2. En plus de **F**, M subit une force dite de Lorentz, d'expression $q\,\boldsymbol{v}\wedge\boldsymbol{B}$ où $\boldsymbol{B}=B_0\,\boldsymbol{e}_z$ est un champ uniforme.
    1. $\boldsymbol{L}_{M/O}$ est-il conservé ?
    2. Déterminer les équations différentielles couplées régissant x et y
    3. Quelle équation régit la variable complexe $\zeta=x+iy$ ?
    4. Montrer que des solutions de type $\zeta=C^{te}e^{i\omega t}$ sont possibles. Quelle est l'expression de $\omega$ en fonction de $\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}\,;\omega_1=\frac{q\,B_0}{m}$ ?
    5. Quels sont les mouvements correspondants à de telles solutions ?