

**Exercice 1 : Un pendule simple (CCINP)**

On étudie un pendule simple formé d'une masse ponctuelle  $m$  au bout d'un fil de longueur  $\ell$  inextensible de masse négligeable fixé en  $O$ . Le mouvement de la masse est décrit par l'angle  $\theta$  que fait le fil avec la verticale au point  $O$ . Initialement, le pendule est au repos ( $\theta = 0$ ) et on lui communique une vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale.

1. Décrire les mouvements possibles du pendule en fonction de la vitesse initiale.
2. Exprimer la tension du fil en fonction de  $\theta$ .
3. À quelle condition sur la vitesse initiale le fil reste-t-il toujours tendu ?

**Exercice 2 : OPPM électromagnétique de direction quelconque (CCINP)**

On étudie une onde électromagnétique dans le vide, dont le champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = \underline{E}_x \vec{u}_x + \underline{E}_y \vec{u}_y \quad \text{avec} \quad \underline{E}_x = E_0 \exp \left[ i \left( \frac{k}{3}(2x + 2y + z) - \omega t \right) \right]$$

L'onde se propage dans le vide et sa longueur d'onde est  $\lambda = 600 \text{ nm}$ .

1. Calculer la fréquence de l'onde. Dans quel domaine du spectre se situe cette onde ?
2. Calculer la valeur numérique de  $k$ .
3. Établir l'équation cartésienne d'un plan d'onde.
4. Exprimer  $\underline{E}_y$  en fonction de  $\underline{E}_x$ .
5. Calculer le champ magnétique  $\vec{B}$  de cette onde.
6. Calculer la densité volumique moyenne d'énergie électromagnétique associée à cette onde.
7. Même question pour le vecteur de Poynting. Commentaire ?