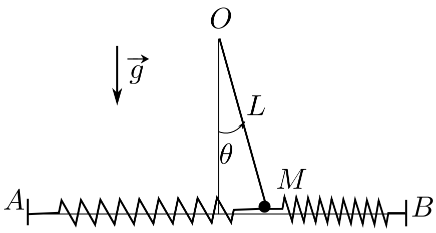
# Sujet 1

## I Question de cours

Définir la force de Lorentz ; comparer les ordres de grandeurs des forces électriques et magnétiques au poids ; déterminer la puissance de la force de Lorentz et discuter des conséquences. Démontrer qu'elle est conservative et déterminer l'expression de l'énergie potentielle associée.

## II Oscillateur linéarisé

Soit une tige rigide de longueur $L$, de masse négligeable, accrochée en $O$. Une masse $m$ est accrochée à l'autre extrémité, et reliée à deux ressorts identiques de constante de raideur $k$ et de longueur à vide. On repère la position du point $M$ par l'angle $\theta$ entre la verticale et la tige. A l'équilibre $\theta = 0$ et les deux ressorts sont horizontaux. La distance $AB$ entre les deux points d'attache des deux ressorts est notée $D$.
On écarte le point $M$ de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0$ faible et on le lâche sans vitesse initiale.




1. Justifier que le système est conservatif à une dimension. Quelle coordonnée permet de décrire le mouvement ?

2. Montrer que le mouvement est harmonique. Exprimer la pulsation des petites oscillations.

   On donne le développement limité de la fonction cosinus à l'ordre 2 autour de 0 :

$$\cos(\theta) = 1 - \frac{\theta^2}{2} + o(\theta^2)$$

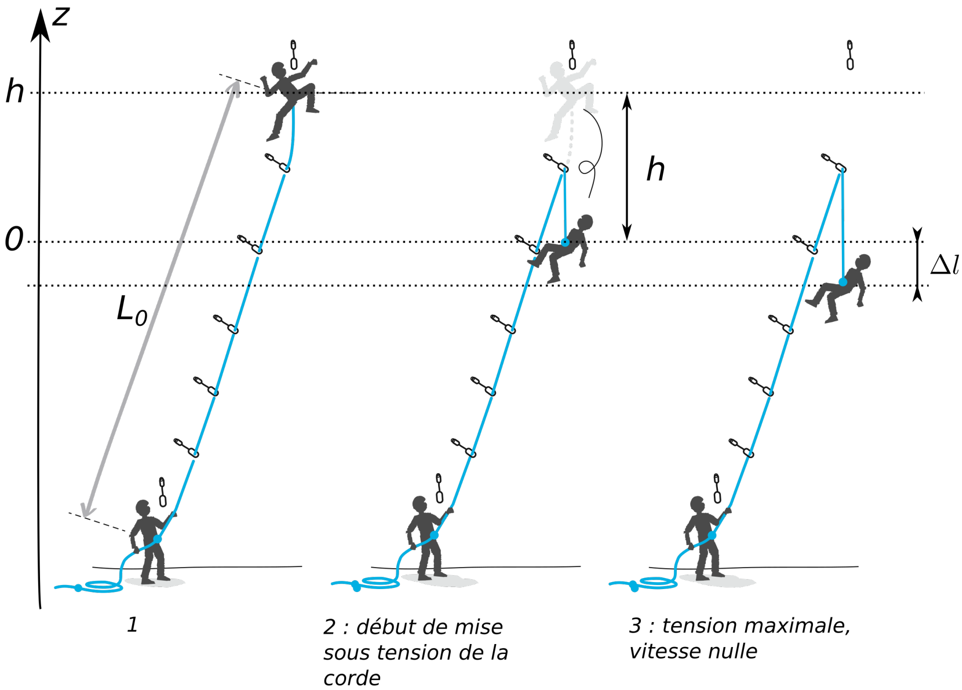
# Sujet 2

## I Question de cours

Savoir discuter le mouvement d'une particule en comparant son profil d'énergie potentielle et son énergie mécanique ; état lié ou de diffusion. Expliquer l'obtention des positions d'équilibre et leur stabilité sur un graphique $\mathcal{E}_p(x)$. Traduire l'équilibre et sa stabilité en terme de conditions sur la dérivée première et seconde de l'énergie potentielle.

## II Chute sur corde en escalade

On étudie une grimpeuse qui chute. Une corde d'escalade de longueur $L_0$ peut, en première approximation, être modélisée par un ressort de longueur à vide $L_0$ et de raideur $k = \alpha/L_0$, avec $\alpha$ une caractéristique de la corde.




La grimpeuse est en chute libre sur une hauteur $h$ pendant laquelle la corde n'est pas sous tension. La corde passe ensuite sous tension, et la chute se poursuit sur une hauteur $\Delta l$. La vitesse de la grimpeuse devient ainsi nulle au bout d'une hauteur totale de chute $h + \Delta l$.
On prendra $g = 10\,\mathrm{m\,s^{-2}}$, $\alpha = 5{,}0 \times 10^4\,\mathrm{N}$ et une grimpeuse de masse $m = 50\,\mathrm{kg}$.

1. À l'aide d'un bilan énergétique, donner l'expression de la vitesse maximale atteinte par la grimpeuse. Faire l'application numérique pour une hauteur de chute $h = 5\,\mathrm{m}$.
2. Toujours à l'aide d'une méthode énergétique, donner l'expression de l'allongement maximal $\Delta l$ de la corde. On supposera $\Delta l \ll h$ afin de simplifier le calcul.
3. Donner enfin l'expression de la norme de la force maximal $F_{\max}$ qu'exerce la corde sur la grimpeuse. On introduira le facteur de chute $f = h/L_0$.
4. Au-delà d'une force de 12 kN, les dommages sur le corps humain deviennent importants. Que vaut $F_{\max}$ pour une chute de $h = 4\,\mathrm{m}$ sur une corde de longueur $L_0 = 4\,\mathrm{m}$ ? Conclure.
5. Une chute d'un mètre arrêtée par une corde de 50 cm est-elle plus ou moins dangereuse qu'une chute de 4 m arrêtée par une corde de 8 m ?

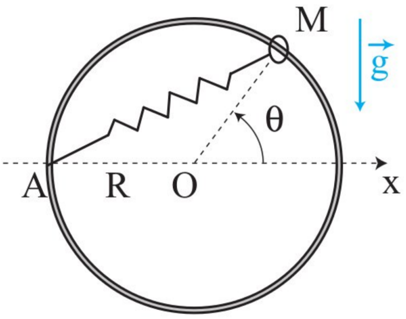
# Sujet 3

## I Question de cours

Action de $\vec{B}$ uniforme sur une particule chargée avec $\vec{v_0} \perp \vec{B}$ : présenter la situation, et prouver que le mouvement est uniforme, plan et circulaire. On déterminera l'équation de la trajectoire en introduisant le rayon et la pulsation cyclotron, ainsi que les équations scalaires.

## II Positions d'équilibre d'un anneau sur un cercle

Un anneau assimilable à un point matériel M de masse $m$ peut glisser sans frottement sur une glissière circulaire de rayon $R$ et de centre O. L'anneau est attaché à un ressort de raideur $k$ dont une extrémité est fixée à la glissière au point A. Sa position est repérée par l'angle $\theta$ entre le rayon OM et l'axe horizontal (O$x$). Pour simplifier les calculs, on considérera que la longueur à vide $\ell_0$ du ressort est nulle.




1. Montrer que la longueur $\ell$ s'exprime $\ell = R\sqrt{2(1+\cos\theta)}$.
2. Exprimer l'énergie potentielle $\mathcal{E}_p$ du système constitué de l'anneau et du ressort en fonction de l'angle $\theta$.
3. Déterminer les positions d'équilibre de l'anneau.
4. Préciser si les positions d'équilibre obtenues sont stables.