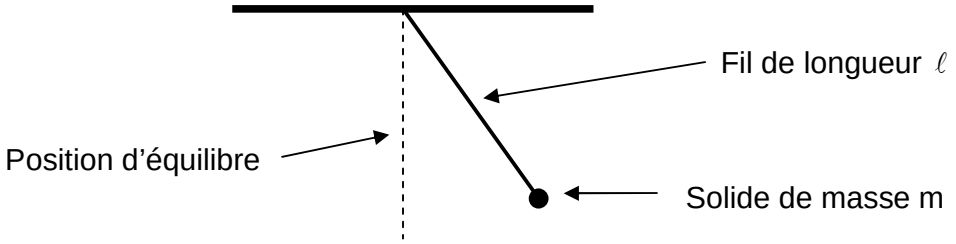
Exercice III - Pendule simple (5 points)

Un pendule simple est constitué d'un solide de masse m de petite taille suspendu à un fil de masse négligeable et de longueur ℓ très supérieure à la taille du solide.



Écarté de sa position d'équilibre un pendule simple oscille périodiquement après avoir été lâché. La période des oscillations s'exprime par la relation : $T = 2\pi.\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

Données :
Intensité de la pesanteur sur Terre : g = 9,81 $m.s^{-2}$.
Une coudée vaut 0,57 m.

1. Les pendules de Galilée

Document 1

Discours concernant deux sciences nouvelles – Galilée (1638)

J'ai pris deux boules, l'une en plomb et l'autre en liège, celle-là au moins cent fois plus lourde que celle-ci, puis j'ai attaché chacune d'elles à deux fils très fins, longs tous deux de quatre coudées ; les écartant alors de la position perpendiculaire, je les lâchais en même temps [...] ; une bonne centaine d'allées et venues, accomplies par les boules elles-mêmes, m'ont clairement montré qu'entre la période du corps pesant et celle du corps léger, la coïncidence est telle que sur mille vibrations comme sur cent, le premier n'acquiert sur le second aucune avance, fût-ce la plus minime, mais que tous les deux ont un rythme de mouvement rigoureusement identique. On observe également l'action du milieu qui, en gênant le mouvement, ralentit bien davantage les vibrations du liège que celles du plomb, sans toutefois modifier leur fréquence ; même si les arcs décrits par le liège n'ont plus que cinq ou six degrés, contre cinquante ou soixante pour le plomb, ils sont traversées en des temps égaux.

1.1. Citer deux expressions employées dans le texte pour désigner une oscillation.

1.2. Comment Galilée désigne-t-il la position d'équilibre du pendule ?

1.3. Répondre aux trois questions suivantes en justifiant à partir du document 1.

1.3.1. La masse m de la boule suspendue a-t-elle une influence sur la période du pendule ?

1.3.2. Le pendule en plomb est-il plus, moins ou autant sensible aux frottements que le pendule en liège ?

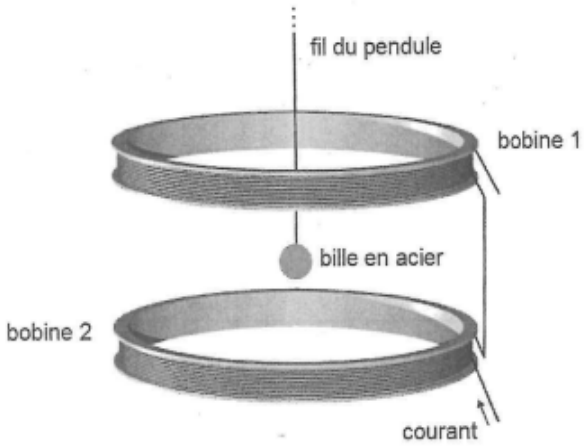
1.3.3. La période des oscillations dépend-elle des frottements ?

1.4. Pourquoi peut-on admettre que les pendules décrits dans le texte sont assimilables à des pendules simples ?

1.5. Calculer la valeur de la période des pendules de Galilée.

2. Un pendule dans un champ magnétique

Pour vérifier l'influence de l'intensité de la pesanteur sur la période d'un pendule simple, il est difficile d'envisager de se déplacer sur une autre planète.
En revanche, il est relativement simple de placer un pendule, constitué d'un fil et d'une bille en acier, à l'intérieur d'un dispositif créant un champ magnétique uniforme dans une zone suffisamment large pour englober la totalité de la trajectoire de la bille du pendule pendant ses oscillations. Ce dispositif peut être constitue par des bobines de Helmholtz.



Bobines de Helmholtz

Lorsque l'axe des bobines est vertical, le passage du courant électrique crée un champ magnétique uniforme vertical dans la zone cylindrique située entre les deux bobines. Une bille en acier située dans cette zone est soumise à une force magnétique verticale.

2.1. Expliquer pourquoi ce dispositif expérimental permet de simuler une variation de l'intensité de la pesanteur.

2.2. Comment doit être orientée la force magnétique exercée sur la bille pour simuler un accroissement de la pesanteur ? Justifier.

2.3. Comment peut-on simuler un affaiblissement de l'intensité de la pesanteur ?

2.4. Si le dispositif a été correctement installé pour simuler un accroissement de la pesanteur, comment cela se traduit-il sur l'évolution de la période du pendule ? Justifier.

2.5. Le système utilisé ne permet pas de simuler une forte variation de la pesanteur mais il permet cependant de constater une variation de la période, à condition de choisir un protocole optimisant la précision de la mesure.

2.5.1. Proposer une méthode expérimentale pour obtenir une mesure la plus précise possible de la période.

2.5.2. Dans le cas d'un pendule de longueur 0,50 m, on mesure une période de 1,5 s lorsque les bobines sont parcourues par un courant électrique.

2.5.2.1. Le dispositif simule.-t-il un accroissement ou une diminution de la pesanteur ? Expliquer.

2.5.2.2. Déterminer la valeur de l'intensité de la pesanteur apparente.