

## Partie 2 : Sciences physiques

### EXERCICE A - Peser un corps céleste (10 points)

Pour déterminer la masse  $m$  d'un objet sur Terre, il suffit simplement de poser cet objet sur une balance adaptée. Pour les masses d'objets célestes tels que la Terre elle-même, la résolution du problème n'est pas aussi simple et directe.

L'objectif de cet exercice est de déterminer expérimentalement la masse de la Terre notée  $M_T$ .

1. Pour un objet de masse  $m$  situé à la surface de la Terre, rappeler la relation vectorielle entre son poids  $\vec{P}$  et le champ de pesanteur terrestre  $\vec{g}$ .
2. En s'appuyant sur le modèle de la chute libre et une loi de Newton, justifier que l'intensité du champ de pesanteur  $g$  s'exprime en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Pour mesurer expérimentalement la valeur de  $g$  en un point donné de la Terre, on peut utiliser un pendule simple qui oscille périodiquement avec une période  $T$  supposée constante durant l'expérience (figure 1).

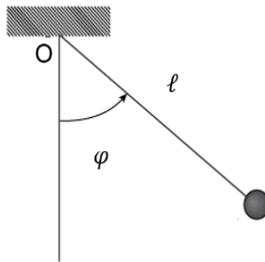


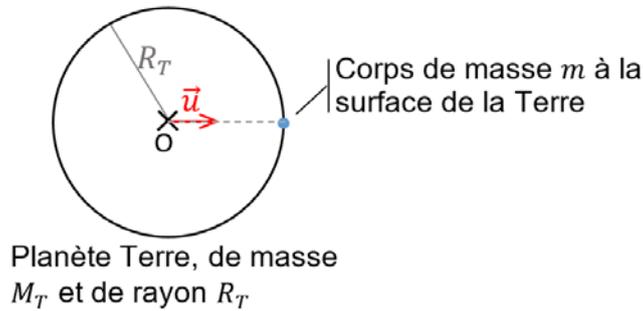
Figure 1 : pendule simple écarté d'un angle  $\varphi$  par rapport à sa position d'équilibre et lâché sans vitesse initiale.

Pour un pendule de longueur  $\ell$ , on peut montrer que, pour des angles  $\varphi$  petits, la période d'oscillation  $T$  s'exprime par la relation :  $T = 2\pi \times \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

Au niveau de l'équateur, pour une longueur de pendule  $\ell = 0,991$  m, la période est de  $T = 2,00$  s.

3. Déterminer la valeur de  $g$  au niveau de l'équateur.

4. Reproduire sur sa copie le schéma de la Terre ci-dessous et le compléter, sans souci d'échelle, en rajoutant la force gravitationnelle  $\vec{F}_g$  exercée par la planète Terre sur un corps modélisé par un point matériel de masse  $m$  situé à sa surface. Le vecteur  $\vec{u}$  est un vecteur unitaire.



### Données

- Constante de gravitation universelle :  $G = 6,674\ 30 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ .
- Rayon de la Terre au niveau de l'équateur :  $R_T = 6\ 378 \text{ km}$ .

5. Exprimer vectoriellement la force gravitationnelle  $\vec{F}_g$  exercée par la Terre sur un objet de masse  $m$  situé à sa surface. En admettant que le champ de gravitation est égal au champ de pesanteur et donc que  $F_g = P$ , en déduire l'expression littérale de  $M_T$  puis calculer sa valeur numérique.

### Données

- Incertitude-type de l'intensité du champ de pesanteur terrestre :  $u(g) = 0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- Incertitude-type du rayon de la Terre :  $u(R_T) = 1 \text{ km}$ .
- On admettra que :  $u(M_T) = M_T \times \sqrt{\left(\frac{u(g)}{g}\right)^2 + \left(2 \times \frac{u(R_T)}{R_T}\right)^2}$ .
- Masse de référence de la Terre :  $M'_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;
- le résultat d'une mesure  $x$  est considéré en accord avec une valeur de référence  $x_{ref}$  si la valeur du quotient  $\frac{|x-x_{ref}|}{u(x)}$  est inférieure ou égale à 2, avec  $u(x)$ , l'incertitude-type associée.

6. Calculer l'incertitude  $u(M_T)$  sur la masse de la Terre et vérifier que la valeur expérimentale  $M_T$  est bien en accord avec la valeur communément admise de nos jours notée  $M'_T$ .