

## Examen de Physique - Juin 2006

Durée de l'épreuve : 2 heures.  
Les calculatrices ne sont pas autorisées.

### I. Conservation de l'énergie mécanique

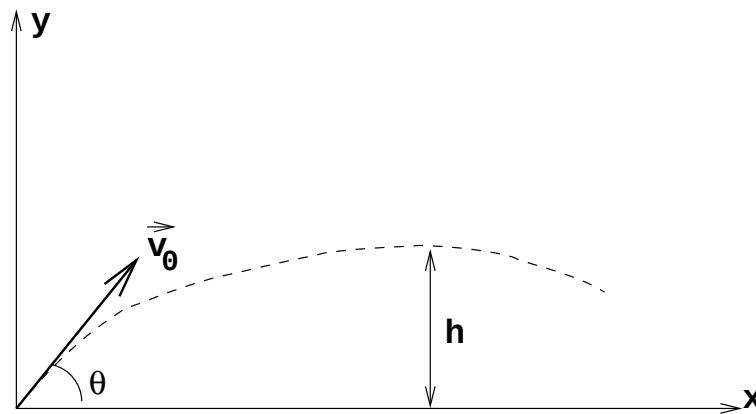


FIG. 1 –

Un objet de masse  $m$  est lancée avec une vitesse initiale  $v_0$  et suivant un angle  $\theta$  par rapport à la surface de la Terre représentée comme étant un plan horizontal (voir figure pour la définition des axes de coordonnées). Il monte jusqu'à une hauteur  $h$  puis retourne au niveau du sol. On se propose d'étudier le mouvement de cet objet en faisant uniquement appel au principe de conservation de l'énergie mécanique d'un système isolé. Dans un premier temps on suppose l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre  $g$  constante. Le système  $S$  est constitué de l'objet et de la Terre. Il est considéré comme *isolé*. Dans la suite, on néglige tous les effets dus au frottement.

1. Donnez l'expression de l'énergie potentielle de ce système pour différentes positions  $(x, y)$  de l'objet. On prendra cette énergie nulle (par convention) pour  $y = 0$ .
2. En analysant les forces qui agissent sur l'objet, précisez sans calcul la nature du mouvement de l'objet (suivant les deux axes de coordonnées) et de sa trajectoire. Expliquez en particulier pourquoi la composante horizontale  $v_x$  de la vitesse reste constante au cours du mouvement.

3. Qu'appelle-t-on *énergie mécanique* ? Quelle propriété (ou principe fondamental), applicable au système  $S$ , pouvez-vous énoncer sur cette énergie ?
4. Quelle est la vitesse de l'objet quand il a atteint le maximum  $y = h$  de sa trajectoire ? Utilisez ce résultat pour établir une relation entre l'angle de tir  $\theta$ , la vitesse initiale  $v_0$  et le maximum de la trajectoire  $h$ .
5. Pour quelle valeur de  $\theta$  peut-on atteindre une altitude  $h$  maximale ? Quelle est la valeur de cette altitude pour une vitesse initiale  $v_0$  donnée ?

On revient maintenant à la situation plus réaliste où la Terre est considérée comme une sphère de rayon  $R$  et de masse  $M$ . On néglige tous les effets dus à la rotation de la Terre. L'objet des questions précédentes est lancé avec une vitesse initiale  $v_0$  dans une direction radiale (normale à la surface de la Terre). La position  $P$  de l'objet est repérée par sa distance  $r$  au centre  $O$  de la Terre  $OP = r > R$ . L'accélération de la pesanteur agissant sur l'objet dépend de  $r$ . On note  $G$  la constante de gravitation universelle.

6. Exprimez  $g$  en fonction de  $G, M, R$ .
7. Calculez la distance maximum  $r_{\max}$  que peut atteindre l'objet en fonction de  $v_0$ .
8. Déduisez de ce qui précède la vitesse de libération  $v_L$ . Indication : la vitesse de libération est la vitesse initiale qu'il faut communiquer à un objet pour que celui-ci échappe complètement à l'attraction de la Terre. Calculez numériquement l'ordre de grandeur de  $v_L$  sachant que le rayon de la Terre est environ de 6000 km.

## II. Hydrostatique : mesure de la densité d'un liquide

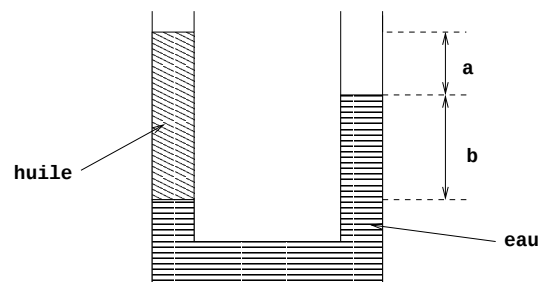


FIG. 2 –

Le dispositif indiqué sur la figure 2 permet de mesurer la densité ou la masse volumique d'un liquide non-miscible avec l'eau (par exemple une huile). L'eau et l'huile sont versées dans un tube en U. Après équilibre, on relève les hauteurs  $a$  et  $b$ .

1. Sans calcul, à partir de la figure, dites si l'huile est plus ou moins dense que l'eau.
2. Exprimez la masse volumique  $\rho$  de l'huile en fonction de celle ( $\rho_0$ ) de l'eau et des mesures  $a$  et  $b$ .
3. Application numérique : on trouve  $a = 8\text{ mm}$  ;  $b = 9,1\text{ cm}$ . Calculer  $\rho$ .