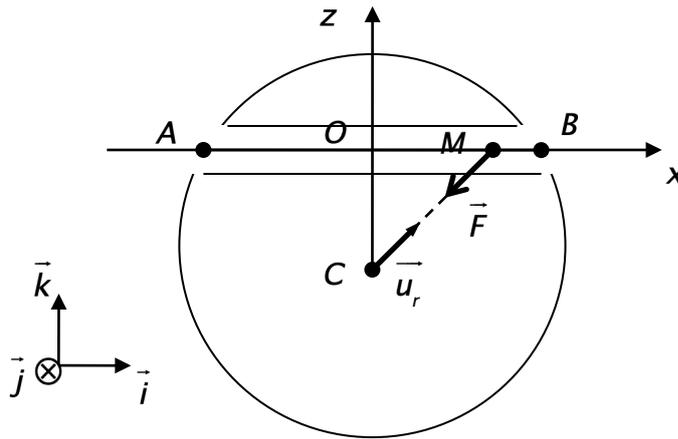


Problème 1: Voyage au centre de la Terre

La terre est un astre supposé sphérique, de centre C et de rayon R . Le référentiel $\mathfrak{R}_g(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ lié à la terre est supposé galiléen (la rotation de la terre n'est pas prise en compte) et le champ de pesanteur, uniforme à la surface de la terre, est noté g .

Pour relier deux villes A et B , un tunnel est foré au travers du globe terrestre. Un mobile assimilable à un point matériel M de masse m part sans vitesse initiale du point A et glisse dans le tunnel sans frottement, selon l'axe (Ox) pour rejoindre B . Sa position est repérée par l'abscisse (Ox) .



L'interaction gravitationnelle exercée par la terre sur M est $\vec{F} = -mg \frac{r}{R} \vec{u}_r$ avec $CM = r(t)$. La distance CO du tunnel au centre de la terre est notée d .

- 1) Donner l'expression de la composante de \vec{F} suivant (Ox) notée F_x . De même pour F_z .
- 2) Déterminer le travail de la force \vec{F} lorsque le mobile M se déplace d'un point de coordonnée x_i à un point de coordonnée x_f .
- 3) En déduire l'expression de l'énergie potentielle de gravitation E_p associée au point M en choisissant l'origine de cette énergie en O .
- 4) Déterminer l'énergie mécanique du mobile en fonction de m , g , R et d . En déduire la vitesse maximale v_{\max} du mobile.
- 5) Le point M possède-t-il une position d'équilibre stable ?
- 6) Déterminer la nature et l'équation horaire $x(t)$ du mouvement de M en utilisant une approche énergétique. Retrouver l'expression de v_{\max} .
- 7) Calculer numériquement le temps T nécessaire au mobile pour revenir en A .

Données : $R = 6400 \text{ km}$ et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Problème 2: Pile à hydrazine

L'hydrazine est le premier propergol à avoir été utilisé pour la propulsion aéronautique, en particulier dans les avions fusées Messerschmitt Me 163. La formule de l'hydrazine est N_2H_4 .

Certaines données utiles sont rassemblées en fin d'énoncé.

I L'hydrazine

La tableau suivant compare quelques données physico-chimiques de l'hydrazine à celles de l'eau, de l'éthanol et de l'éthane.

	Hydrazine	Eau	Éthanol	Éthane (C_2H_6)
Température fusion ($^{\circ}C$)	2	0	-117	-183
Température ébullition ($^{\circ}C$)	114	100	-79	-89
Moment dipolaire (D)	1,75	1,85	1,66	

I.B – Comment expliquer la valeur élevée des températures de fusion et d'ébullition de l'hydrazine ? D'après vous, l'hydrazine est-elle très miscible ou peu miscible dans l'eau ? Justifier.

I.C – Comme l'eau, l'hydrazine est un amphotère. Écrire l'équation bilan de l'autoprotolyse de l'hydrazine. La constante de cet équilibre à 298 K est $K_1 = 10^{-25}$. Faire une comparaison avec l'eau.

II Pile à hydrazine

L'hydrazine a été remise au goût du jour par le constructeur automobile Daihatsu : elle remplace l'hydrogène dans les piles à combustibles, sources d'énergie pour les moteurs.

Une pile à combustible est constituée de (figure 1) :

- deux électrodes métalliques poreuses permettant le passage du combustible et du dioxygène ;
- un électrolyte contenant des ions H^+ pour la pile à hydrogène et OH^- pour la pile à hydrazine.

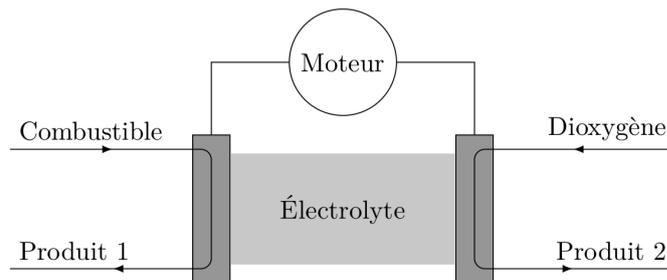


Figure 1

Pour la pile à hydrogène, le combustible est du dihydrogène sous forme gazeuse, la réaction se fait en milieu très acide. Pour la pile à hydrazine, le combustible est une solution aqueuse à 5% en hydrazine, la réaction se fait en milieu basique.

II.A – On donne les potentiels standard

Couple	$H_{(aq)}^+/H_2$	O_2/H_2O	N_2/N_2H_4
E° (V)	0,00	1,23	-0,33

II.A.1) Pour chacune des piles, écrire, pour les différents couples susceptibles d'intervenir, les demi-équations rédox.

II.A.2) Pour chacune des piles, reproduire succinctement la figure 1 en indiquant :

- le nom des électrodes ;
- le nom des produits 1 et 2 ;
- le sens de circulation des électrons ;
- le sens de circulation du courant ;
- le sens de déplacement des ions dans l'électrolyte ;
- les pôles de la pile.

II.A.3) Pour chaque pile, écrire l'équation bilan de la réaction et déterminer la valeur de sa constante d'équilibre. Commenter les résultats obtenus.

II.A.4) Écrire l'équation de combustion de l'éthane par le dioxygène. Quel est un avantage de la pile à combustible par rapport à un moteur thermique utilisant la combustion de l'éthane ?