

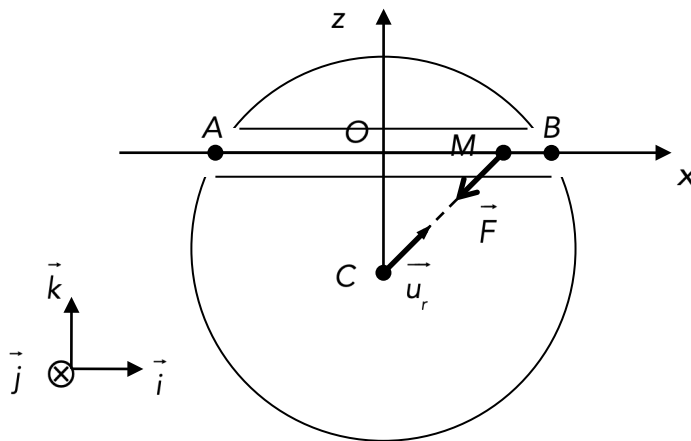
Chimie et mécanique

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à **encadrer les résultats** de leurs calculs. »

Problème 1 : Voyage au centre de la Terre

La terre est un astre supposé sphérique, de centre C et de rayon R . Le référentiel $\mathcal{R}_g(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ 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 milieu 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 : Autour du calcium (Extrait banque PT)

PARTIE C : solubilité du carbonate de calcium (environ 20% du barème)

Le carbonate de calcium CaCO_3 est le composé majeur des roches calcaires comme la craie mais également du marbre. C'est le constituant principal des coquilles d'animaux marins, du corail et des escargots. Il est très peu soluble dans l'eau pure mais beaucoup plus soluble dans une eau chargée en dioxyde de carbone.

21. Donner un schéma de Lewis de l'ion carbonate CO_3^{2-} et de l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- .

22. Etablir le diagramme de prédominance des différentes espèces carbonatées : ion carbonate, ion hydrogénocarbonate, acide carbonique.

On donne les constantes d'acidité des couples acido-basiques de l'acide carbonique H_2CO_3 qui est la forme aqueuse du dioxyde de carbone à 298 K : $K_{a1} = 10^{-6,4}$ et $K_{a2} = 10^{-10,3}$

23. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution du carbonate de calcium dans l'eau en négligeant les propriétés basiques des ions carbonate. Exprimer alors la solubilité du carbonate de calcium de deux façons différentes. En déduire sa valeur à 298 K. On donne la constante de solubilité du carbonate de calcium à 298 K :

$$K_s = 10^{-8,4}$$

On donne $10^{-0,2} \approx 0,63$

24. La valeur expérimentale est de $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Proposer une explication quant à la valeur différente obtenue dans la question précédente.

25. Montrer qualitativement qu'une diminution de pH entraîne une augmentation de la solubilité du carbonate de calcium dans l'eau.

26. On tient compte maintenant des propriétés basiques de l'ion carbonate. Exprimer la solubilité du carbonate de calcium en fonction des concentrations des ions carbonate et de ses dérivés.

27. En supposant que le pH de l'océan fluctue entre 8,0 et 8,3, écrire l'équation de la réaction de dissolution du carbonate de calcium des coraux en présence de dioxyde de carbone.