

Contrôle n°4 – Physique Chimie – 1^{ère} Spé

Exercice n°1 : La mission Rosetta et la comète "Tchoury" (5,5 pts)

Rosetta est une mission spatiale de l'Agence spatiale Européenne (ESA) dont l'objectif principal était de recueillir des données sur la composition du noyau de la comète 67P Churyumov-Gerasimenko (surnommée "Tchoury") et sur son comportement à l'approche du Soleil. La sonde spatiale s'est placée en orbite autour de la comète puis, après une période d'observation de plusieurs mois, a envoyé le 12 novembre 2014 un petit atterrisseur, Philae, se poser sur sa surface pour analyser la composition de son sol et sa structure. Deux harpons placés sous le corps de l'atterrisseur devaient être tirés pour assurer son ancrage.

Données : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$;

Masse et rayon moyen de Tchoury (évaluations) : $m_c = 3,1 \cdot 10^{12} \text{ kg}$; $R_c = 2,0 \text{ km}$

- La comète étant supposée sphérique, dessiner les lignes de champ gravitationnel dues à cette comète quand on la voit de loin depuis l'espace. Dessiner le champ gravitationnel $\vec{G}$ en un point de l'espace de votre choix.
- Donner l'expression vectorielle du champ de pesanteur $\vec{g}_c$ en un point M de la surface de cette comète de centre O en fonction du vecteur unitaire $\vec{u}_{OM}$, puis calculer sa valeur g_c .
- Comparer g_c à l'intensité du champ de pesanteur local sur Terre $g_T = 9,8 \text{ N/kg}$. Commenter en rapport avec l'utilité des harpons de Philae.
- En réalité Tchoury n'est pas du tout sphérique mais a une forme de cacahuète. Le champ de pesanteur local à la surface de la comète peut-il être qualifié d'uniforme ? Justifier.

Exercice n°2 : Electrophorèse (12 pts)

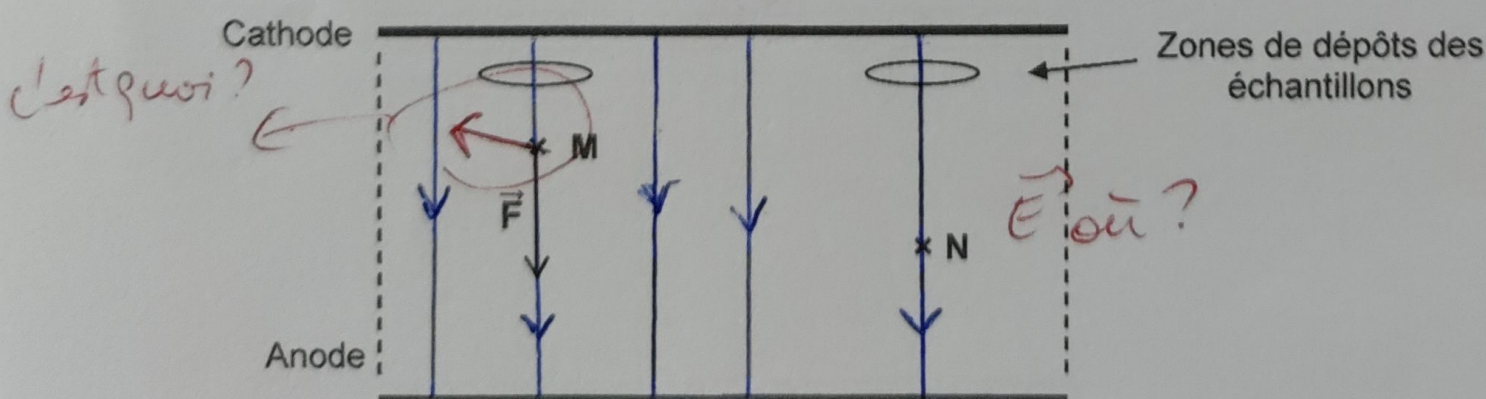
Une des techniques d'analyse de l'ADN est l'électrophorèse. Le but est de séparer et caractériser les constituants d'un mélange (les acides nucléiques pour un fragment d'ADN). Pour cela, les échantillons sont ionisés de façon à porter une charge q négative puis placés à la surface d'un gel situé dans un condensateur plan dont les plaques sont appelées anode et cathode. Le champ électrostatique de ce condensateur provoque la migration horizontale des différentes entités de la cathode vers l'anode, à des vitesses différentes en fonction de leur charge et de leur taille.

On considère ici un acide aminé de masse $m = 1,26 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ et de charge $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, qui soumis au champ électrostatique $\vec{E}$ dû au condensateur, de valeur $E = 7,5 \cdot 10^2 \text{ V/m}$, subit la force $\vec{F}$ indiquée sur le schéma ci-dessous, qui représente une vue du dessus du condensateur.

Données : $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$;

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

Masse et rayon de la Terre : $m_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$



- Quelles est la propriété du champ $\vec{E}$ dû au condensateur ?
 - Donner la relation liant la force $\vec{F}$ s'exerçant sur l'acide aminé et le champ électrostatique $\vec{E}$, et utiliser cette relation pour en déduire le sens du champ $\vec{E}$.
 - Représenter ce champ $\vec{E}$ aux points M et N sur le schéma ci-dessus sans soucis d'échelle.

- d. Dessiner alors sur ce schéma des lignes de champ électrostatique dans le condensateur.
 - e. Dédire de la question précédente, en le justifiant, les signes des charges de l'anode et de la cathode.
2. Exprimer puis calculer la valeur F de la force subie par l'acide aminé à cause du champ du condensateur.
3. a. Le premier acide aminé étant au point M, on considère un autre acide aminé de charge électrique $q' = 2q$ situé au point N et séparé de M par la distance $d = 2,0 \text{ cm}$. Donner l'expression vectorielle de la force électrostatique $\vec{F}_{e,N/M}$ exercée par l'acide situé en N sur celui situé en M, en fonction du vecteur unitaire $\vec{u}_{NM}$.
 - b. Justifier si $\vec{F}_{e,N/M}$ est attractive ou répulsive, puis la dessiner sans soucis d'échelle sur le schéma.
 - c. Calculer la valeur $F_{e,N/M}$ de cette force.
 - d. Comparer la valeur $F_{e,N/M}$ à F . Cette force $\vec{F}_{e,N/M}$ perturbe-t-elle le mouvement des acides aminés ?
4. a. Donner l'expression de la norme F_g de la force de gravitation exercée par la Terre sur la particule située au point M, puis calculer sa valeur.
 - b. Comparer F_g à F . En déduire si cette force gravitationnelle gêne le mouvement de l'acide.

Exercice n°3 : Une bouteille dans l'eau (7,5 pts)

On veut vérifier une information publiée par un internaute (voir ci-contre). En surface la pression atmosphérique est $P_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ et l'air dans la bouteille a pour volume $V_0 = 1,5 \text{ L}$. La pression de l'air dans la bouteille est égale à tout moment à la pression de l'eau qui l'entoure, la quantité d'air dans la bouteille ne varie pas ni sa température. Les coordonnées verticales des positions de la bouteille sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau : $z_{\text{surf}} = z_0 = 0 \text{ m}$.

Données : Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 Intensité de pesanteur $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- a) La bouteille se trouve à 20 m de profondeur. Quelle est la valeur de l'altitude z_1 correspondante ?
- b) Exprimer la pression P_1 de l'eau à l'altitude z_1 en fonction de P_0 , ρ_{eau} , g et z_1 . Calculer alors la valeur de P_1 .
- c) En déduire la pression de l'air contenu dans la bouteille à 20 m de profondeur.
- d) Exprimer puis calculer le volume V_1 occupé par cet air à 20 m de profondeur.
- e) En déduire si le dessin publié par l'internaute est réaliste ou non.
- f) La surface de la bouteille est environ 600 cm^2 . Exprimer puis calculer la valeur de la force pressante F_1 qui s'applique sur la bouteille à 20 m de profondeur.
- g) Donner l'expression de la masse volumique de l'air. A partir de cette expression, démontrer que la masse volumique de l'air à pression atmosphérique ρ_0 et celle à 20 m de profondeur ρ_1 vérifient : $\rho_1 > \rho_0$. Que cela signifie-t-il d'un point de vue microscopique pour l'air à cette pression P_1 par rapport à la pression atmosphérique ?

Commentaire d'un internaute amateur de plongée

Hippocampe 16

15/02/2019

20 h 05

Impressionnant !!!

« Bouteille remplie d'air en surface puis bouchée... Et amenée à 20 m de profondeur dans une fosse de plongée ! »

