

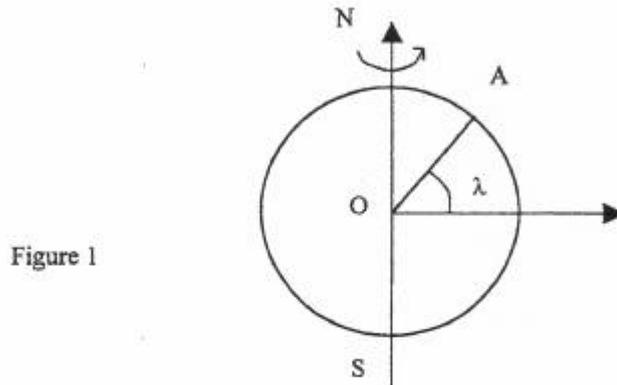
A.1. L'accélération de la pesanteur

A.1.1. On désigne par G la constante de gravitation universelle ($G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$) et l'on considère un système de deux points matériels A_1 et A_2 , de masses respectives m_1 et m_2 , situés dans un repère galiléen R , tels que $A_1 A_2 = d$.

Exprimer la force \vec{F}_{12} que A_1 exerce sur A_2 en fonction de G , m_1 , m_2 , $\overline{A_1 A_2}$ et d .

A.1.2. A_1 est fixe dans R et A_2 , mobile, n'est soumis qu'à l'action de A_1 : donner l'expression du vecteur accélération \vec{a}_2 correspondant au mouvement que prend le point A_2 .

A.1.3. On considère un point matériel A de masse m , situé à la surface de la Terre, considérée comme parfaitement sphérique, de masse M_T et de rayon R_T .



L'altitude de A est négligeable devant R_T .

On ne tient pas compte de la rotation de la Terre autour de son axe SN autrement dit, on considère tout référentiel lié à la Terre comme galiléen.

Caractériser le vecteur accélération $\vec{\Gamma}_g$ que prend le point matériel A lorsqu'on le lâche.

Calculer $\Gamma_g = \|\vec{\Gamma}_g\|$ sachant que $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

On prendra pour R_T la valeur moyenne : $R_T = 6,37 \times 10^3 \text{ km}$.

A.1.4. La Terre accomplit un tour sur elle-même en 0,997 jour = $8,61 \times 10^4 \text{ s}$.

Déterminer la valeur de sa vitesse angulaire Ω .

Du fait de la rotation de la Terre autour de son axe SN , un référentiel lié à la Terre ne peut pas être considéré comme galiléen : dans un tel repère, le point matériel A , lorsque sa vitesse est nulle, est soumis à une force d'inertie \vec{F}_i que l'on explicitera : on exprimera en particulier sa norme F_i en fonction de m , Ω , R_T et de la latitude λ ; ses autres caractéristiques, (direction, sens), seront précisées sur un schéma clair.

A.1.5. Lorsqu'on le lâche sans vitesse initiale à la surface de la Terre, toujours supposée parfaitement sphérique, le point matériel A prend en fait une accélération initiale caractérisée par le vecteur $\vec{\Gamma}$. Ce vecteur $\vec{\Gamma}$ est la somme de $\vec{\Gamma}_g$ et d'un autre vecteur accélération que l'on notera $\vec{\Gamma}_i$.

Donner l'expression de $\Gamma_i = \|\vec{\Gamma}_i\|$ et calculer la valeur maximale Γ_{i_0} de Γ_i .

A.1.6. On pose $g = \|\vec{\Gamma}\|$. Dédurre des résultats de la question précédente l'expression de g^2 en fonction de Γ_g , Γ_{i_0} et de la latitude λ .

A.1.7. Montrer qu'on peut écrire, avec une très bonne approximation : $g = \Gamma_g - \Gamma_{i_0} \cdot f(\lambda)$ où $f(\lambda)$ est une fonction de la latitude λ que l'on précisera. On rappelle que $(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ pour $x \ll 1$.
En déduire la valeur de g pour $\lambda = 45^\circ$.

A.1.8. On note $\alpha = (\vec{\Gamma}_g, \vec{\Gamma})$ l'angle entre le vecteur accélération $\vec{\Gamma}$ et le vecteur $\vec{\Gamma}_g$.

Sachant que dans un triangle PQR, d'angles \hat{P} , \hat{Q} et \hat{R} , on peut écrire :

$$\frac{\sin \hat{P}}{QR} = \frac{\sin \hat{Q}}{PR} = \frac{\sin \hat{R}}{PQ}.$$

Établir une relation entre α , λ , Γ_{i_0} et Γ_g .

A.1.9. Préciser les valeurs de l'angle α (en degrés) pour $\lambda_1 = 0^\circ$; $\lambda_2 = 45^\circ$; $\lambda_3 = 90^\circ$.

A.2. Electricité appliquée.

A.2.1. Les caractéristiques nominales d'un moteur asynchrone triphasé sont les suivantes :

$$50 \text{ Hz} ; 230\text{V} / 400 \text{ V} ; P_u = 3,3 \text{ kW} ; \cos \varphi = 0,78 ; \eta = 94 \%$$

Selon que l'on dispose d'un réseau de type 1 (133 V / 230 V) ou de type 2 (230 V / 400 V), on doit coupler les enroulements statoriques de ce moteur de manière bien définie. Préciser ces deux couplages en les justifiant.

A.2.2. Pour limiter le courant de démarrage du moteur, un dispositif classique, utilisant des contacteurs, permet au moteur de démarrer alors que ses enroulements sont couplés d'une certaine manière, puis de modifier ce couplage afin d'alimenter le moteur sous sa tension nominale lorsqu'il fonctionne normalement. Quel est le nom de ce procédé ? Quel est le réseau (de type 1 ou de type 2) qui permet de l'appliquer au moteur étudié ? Quelle est alors la tension appliquée à un enroulement statorique de ce moteur pendant la phase initiale de son démarrage ?

A.2.3. Le réseau choisi pour alimenter le moteur étudié est bien celui qui permet d'effectuer ce type de démarrage. Calculer l'intensité I_n du courant circulant dans un fil de ligne lors du fonctionnement nominal du moteur.

A.2.4. A vide, alimenté sous tension nominale, la fréquence de rotation du moteur asynchrone est très proche de 1500 tr/min. Montrer que cette donnée et la valeur du rendement nominal du moteur ($\eta = 94 \%$) permettent d'affirmer que, lors de son fonctionnement nominal, la fréquence de rotation du moteur est comprise entre deux limites que l'on précisera.

B. Chimie

On désire connaître la teneur en alcool d'un apéritif. Pour cela on distille un volume E_0 (mesuré à la température de 20°C) égal à 20,00 mL de cet apéritif additionné de 100 mL d'eau. Le distillat est recueilli dans une fiole jaugée de capacité U égale à 250 mL.

Lorsqu'on a obtenu 60 mL de distillat (celui-ci contient tout l'éthanol de la boisson alcoolisée) on complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge ; soit S la solution obtenue.

B.1. Annoter le schéma donné sur le document réponse en précisant le nom des différents éléments du montage et indiquer le sens de passage de l'eau.

On prélève un volume E_1 de 10,00 mL de la solution S , on ajoute un volume E_2 égal à 20,00 mL d'une solution de dichromate de potassium et 10 mL d'acide sulfurique à $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On bouche le vase à réaction et on laisse évoluer le mélange pendant 20 minutes. C'est l'essai (E).

D'autre part on réalise un témoin (T) en remplaçant, dans l'essai (E) précédent, les 10,00 mL de la solution S préparée par $E_3 = 10,00\text{ mL}$ d'eau distillée.

L'essai (E) et le témoin (T) sont dosés par une solution fraîche, préparée en pesant 20,980 g de sel de Mohr, de formule $[\text{FeSO}_4, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}]$ et en dissolvant ce sel dans une fiole jaugée de 100,0 mL. Il faut verser $V_E = 8,65\text{ mL}$ pour l'essai (E) et $V_T = 23,00\text{ mL}$ pour le témoin (T).

B.2. Sachant que dans l'essai E les ions dichromate sont introduits en quantité connue mais en excès et que l'éthanol s'oxyde en acide éthanoïque, écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction qui interviennent lors de la préparation de l'essai (E). En déduire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.

B.3. Écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction qui interviennent lors du dosage du témoin (T). En déduire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.

B.4. Indiquer le rôle de l'acide sulfurique.

B.5. Calculer la concentration C en ions fer(II) de la solution de sel de Mohr préparée.

B.6. Exprimer littéralement et calculer le nombre de moles de dichromate de potassium utilisé dans l'essai (E) et le témoin (T), c'est-à-dire contenu dans le volume E_2 .

B.7. Exprimer littéralement et calculer le nombre de moles de dichromate de potassium excédentaire lors de la préparation de l'essai (E).

B.8. En déduire le nombre de moles d'éthanol dans la prise d'essai E_1 .

B.9. Selon la définition légale, « le titre alcoométrique volumique d'une boisson alcoolisée est égal au volume éthanol pur exprimé en mL contenu dans 100 mL de boisson alcoolisée, les volumes étant mesurés à 20°C ». Déterminer le titre alcoométrique de l'apéritif analysé.

Le service de la répression des fraudes a analysé l'apéritif d'une bouteille provenant de la même caisse que celle de l'apéritif dosé précédemment. L'analyse a été effectuée par chromatographie en phase vapeur.

B.10. Donner le principe de cette méthode d'analyse.

B.11. Le chromatogramme obtenu est fourni en annexe. Il concerne deux échantillons. Le premier est l'étalon : dans une fiole jaugée de 10,0 mL on a introduit 1,50 mL d'éthanol pur à 20°C et on a complété par de l'eau prise également à 20°C ; le deuxième est l'apéritif analysé (à 20°C).

En déduire une nouvelle mesure du titre alcoométrique de l'apéritif analysé en assimilant les pics obtenus sur le chromatogramme à des triangles ayant même base.

DONNÉES

-- Masses molaires : du sel de Mohr : $M_m = 392,16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; de l'éthanol : $M_e = 46,08\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

-- Masse volumique de l'éthanol à 20°C = $789\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

-- Potentiels redox standard des couples :

| | |
|--|---------------------------|
| $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | $E^\circ = 0,05\text{ V}$ |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ | $E^\circ = 1,36\text{ V}$ |
| $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ | $E^\circ = 0,77\text{ V}$ |

Document réponse

à rendre, complété, avec la copie

