

Devoir n°5 – Sciences Physiques – 3 heures

Exercice n°1

Pour étudier la pollution à l'ozone O₃, on prélève 1 m³ d'air (1,0 bar, 293 K) d'une zone particulièrement polluée de Dakar. On le fait barboter en milieu acide dans une solution d'iodure de potassium (K⁺, I⁻) : en présence d'ozone O₃ on obtient des ions triiodure I₃⁻. On effectue un dosage en retour des ions I₃⁻ formés par du thiosulfate de sodium (2Na⁺; S₂O₃²⁻) à C₀ = 0,00250 mol.L⁻¹. Le volume équivalent vaut V_e = 2,87 mL. Les couples intervenants sont O₃/O₂, S₄O₆²⁻/S₂O₃²⁻ et I₃⁻/I⁻.

- 1) Quelle est la réaction (1) qui a lieu lorsque l'air pollué barbote dans la solution d'iodure de potassium ? On supposera cette réaction quasi-totale.
- 2) Donner l'équation de la réaction (2) de dosage, on supposera aussi cette réaction quasi-totale.
- 3) Déterminer le nombre de moles n, puis la masse m d'ozone contenue initialement dans l'air, M(O) = 16,0 g.mol⁻¹.
- 4) Sachant que le seuil d'information au public est atteint pour 180µg/m³ d'air et que le seuil d'alerte est atteint pour 240 µg/m³ d'air, quel est le niveau d'alerte dans ce cas ?

$$E^{\circ}(\text{O}_3/\text{O}_2) = 2,075 \text{ V}, E^{\circ}(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,08 \text{ V} \text{ et } E^{\circ}(\text{I}_3^{-}/\text{I}^{-}) = 0,53 \text{ V}.$$

Exercice n°2

Partie 1

On donne les potentiels normaux des couples suivants :

$$E^{\circ}(\text{Ag}^{+}/\text{Ag}) = 0,8\text{V} ; E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = 0,44\text{V} ; E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{V}.$$

- 1) Ecrire les demi-équations électroniques correspondant à ces couples.

- 2) Trois béchers A, B et C contiennent respectivement :

A : une solution de nitrate d'argent (Ag⁺ + NO₃⁻)

B : une solution de sulfate de cuivre (II) (Cu²⁺ + SO₄²⁻)

C : une solution de sulfate de fer (II) (Fe²⁺ + SO₄²⁻)

On introduit dans A une lame de fer, dans B un fil d'argent et dans C une lame de cuivre.

a/ Qu'observe-t-on dans chaque bécher ?

b/ Ecrire s'il y a lieu, l'équation-bilan de la réaction qui se produit dans chaque bécher.

- 3) Applications.

On introduit dans de l'eau distillée une masse m de nitrate d'argent et une masse m' de sulfate de cuivre. On dissout ces cristaux et on complète le volume à V = 750 ml. On prélève V₁ = 200 ml de la solution et on ajoute de la poudre de fer en excès qu'on laisse réagir pendant longtemps, puis on filtre et sèche le solide obtenu. On constate que la poudre a augmenté de m₁ = 3,665g. Dans une deuxième expérience, on prélève V₂ = 200 ml de la solution initiale et on ajoute de la poudre de cuivre en excès et on procède comme précédemment. La masse de la poudre a augmenté de m₂ = 1,580g.

a/ Ecrire les équations de réactions qui se sont produites lors de ces expériences.

b/ Calculer les masses m et m' de cristaux de nitrate d'argent et de sulfate de cuivre.

On donne les masses molaires atomiques en g.mol⁻¹

$$M_{\text{Ag}} = 108 ; M_{\text{N}} = 14 ; M_{\text{O}} = 16 ; M_{\text{Cu}} = 63,5 ; M_{\text{S}} = 32$$

Partie 2

On réalise une pile avec les couples oxydo-réducteurs Fe²⁺ / Fe et Mg²⁺ / Mg. On donne :

$$E_1^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V} \text{ et } E_2^{\circ}(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,34\text{V}.$$

- 1) Représenter par un schéma cette pile. Préciser la polarité.

- 2) a/ Ecrire les demi-équations électroniques des couples mis en jeu.

b/ En déduire l'équation bilan de la réaction ayant lieu quand la pile débite.

- 3) Calculer sa force électromotrice E_p. (La température est de 25°C ; les concentrations molaires valent 1 mol.l⁻¹).

- 4) Insérée dans un circuit, cette pile débite un courant d'intensité constante $I = 50 \text{ mA}$. La masse de l'une des électrodes diminue de $\Delta m = 30 \text{ mg}$.
- De quelle électrode s'agit-il ?
 - Calculer le temps nécessaire a cette diminution de masse.

On donne le nombre d'Avogadro $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
 $M_{\text{Mg}} = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

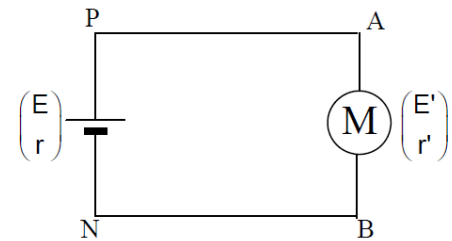
Exercice n°3

Un générateur de f.é.m. $E = 60 \text{ V}$ de résistance interne $r = 1,5 \Omega$, alimente un moteur électrique M de f.é.m. $E' = 50 \text{ V}$, de résistance interne $r' = 1 \Omega$.

- 1) Les fils de jonction ont une résistante totale $R = 4 \Omega$.

Calculer l'intensité du courant débitée par le générateur.

En déduire les valeurs des tensions U_{PN} et U_{AB} aux bornes respectivement du générateur et du moteur.



- 2) Calculer la puissance électrique P_G fournie par le générateur ainsi que la puissance électrique P_M absorbée par le moteur.

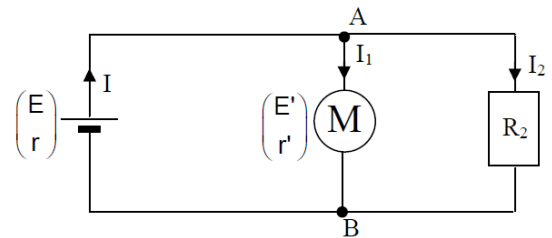
- 3) Calculer la puissance mécanique fournie par le moteur. En déduire le rendement du moteur.

- 4) On place en dérivation aux bornes du moteur un résistor de résistance $R_2 = 52 \Omega$. On néglige maintenant la résistance des fils de jonction.

- a) Donner les expressions littérales de la tension U_{AB} aux bornes de chaque dipôle en fonction de l'intensité le traversant.

- b) En utilisant la loi des nœuds en A, calculer la tension U_{AB} .

- c) Calculer la puissance totale perdue par effet joule dans le circuit. La comparer à la puissance totale fournie par le générateur.



Exercice n°4

Un circuit comprend en série : un générateur de force électromotrice E_1 et de résistance interne r_1 ; un moteur de force contre électromotrice E_2 et de résistance interne r_2 ; un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$.

- 1) Le moteur tourne et fait monter verticalement une masse $m = 45 \text{ kg}$ d'une hauteur $h = 2 \text{ m}$ en 10 s . Les frottements sont négligés, $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Dans ses conditions la puissance électrique consommée par le conducteur ohmique est $P = 40 \text{ W}$. Le rendement du moteur est $0,9$ à cause des pertes par effet joule.

- Quelle est la puissance mécanique utile du moteur ?
- Quelle est la puissance électrique absorbée par le moteur ?
- Quelle est la tension aux bornes du moteur ?
- Quelles sont la force contre électromotrice E_2 et la résistance r_2 du moteur ?
- Quelle est la tension aux bornes du générateur ?

- 2) Le moteur est bloqué. L'intensité du courant devient $I = 4 \text{ A}$.

- Calculer la nouvelle tension aux bornes du générateur.
- Calculer la force électromotrice E_1 et la résistance r_1 du générateur.

- 3) Le moteur tourne à nouveau et sa force contre électromotrice à la valeur E_2 trouvée précédemment. On fait varier la valeur de R pour que l'intensité ait la valeur $1,5 \text{ A}$.

- Calculer la valeur de R .
- Quelle est la tension aux bornes du moteur ?
- Quelle est la puissance totale perdue par effet joule dans le circuit ?