

Devoir bilan Réactions d'oxydoréduction

Quantité de matière, solutions, absorbance et oxydoréduction

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

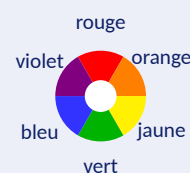
Les trois exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Questions de cours et automatismes

5 pts ●○○

■ DONNÉES

Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: O : 16,0 ; K : 39,1 ; Mn : 54,9 • cercle chromatique simplifié ci-contre : deux couleurs diamétralement opposées sont complémentaires

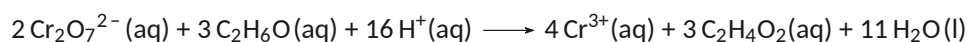


- 1.1 Calculer la masse molaire du permanganate de potassium KMnO_4 , puis la masse à peser pour préparer $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution à $c = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- 1.2 On prépare $50,0 \text{ mL}$ de solution à $2,00 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ par dilution de la solution précédente. Calculer le facteur de dilution et le volume de solution mère à prélever. Nommer la verrerie utilisée pour le prélèvement et pour la préparation.
- 1.3 Une solution de permanganate de potassium est violette. Dans quel domaine de couleurs absorbe-t-elle principalement ? Justifier.
- 1.4 On verse de l'eau oxygénée dans une solution acidifiée de permanganate de potassium : la solution se décolore et un gaz se dégage, qui ravive une bûchette incandescente. Identifier le gaz. Sachant que les couples mis en jeu sont $\text{MnO}_4^- (\text{aq})/\text{Mn}^{2+} (\text{aq})$ et $\text{O}_2 (\text{g})/\text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq})$, écrire les demi-équations électroniques et l'équation de la réaction. Quelle espèce est oxydée ?

Exercice 2 Mesurer l'alcoolémie au laboratoire

8 pts ●●○○

Pour contrôler le résultat d'un alcootest, un laboratoire mesure la concentration en masse d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ dans le sang d'un conducteur. L'éthanol contenu dans $V_s = 5,00 \text{ mL}$ de sang est extrait, puis mis à réagir avec un excès d'ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, orange, en milieu acide. Il est oxydé en acide éthanoïque, tandis que les ions dichromate sont réduits en ions chrome(III) Cr^{3+} , verts. La transformation, totale, est modélisée par la réaction d'équation :



On dose ensuite, par spectrophotométrie, les ions dichromate restants.

■ DONNÉES Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1,0 ; C : 12,0 ; O : 16,0 ; K : 39,1 ; Cr : 52,0 • cercle chromatique de l'exercice 1

Partie A — La solution de dichromate de potassium

- 2.1** Montrer qu'il faut dissoudre une masse $m = 0,294$ g de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ pour préparer $V_0 = 100,0$ mL de solution S_0 de concentration $c_0 = 1,00 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹ en ions dichromate.
- 2.2** Écrire la demi-équation électronique du couple $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$. L'ion dichromate est-il un oxydant ou un réducteur ?

Partie B — Le dosage par étalonnage

À partir de S_0 , on prépare des solutions étalons dont on mesure l'absorbance à 440 nm (figure 1). On admet qu'à cette longueur d'onde, seuls les ions dichromate absorbent.

- 2.3** Pourquoi travaille-t-on dans le bleu pour doser une espèce orange ?
- 2.4** La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Déterminer le coefficient k de la relation $A = k c$, en précisant son unité.

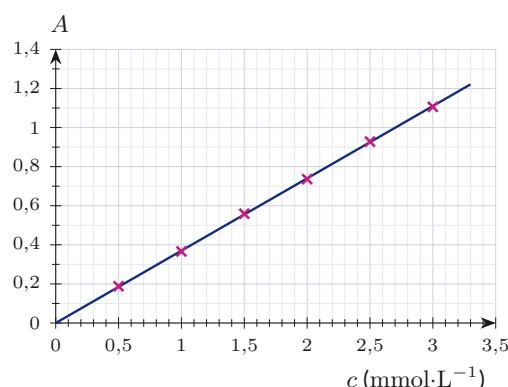


Figure 1 — Droite d'étalonnage à 440 nm

Partie C — L'alcoolémie du conducteur

L'éthanol extrait des 5,00 mL de sang est mélangé à $V_1 = 10,0$ mL de solution S_0 et à de l'acide, le volume total étant ajusté à $V_2 = 20,0$ mL. En fin de transformation, l'absorbance du mélange à 440 nm vaut $A = 0,925$.

- 2.5** Dans cette réaction, quelle espèce est oxydée ? Quelle espèce est réduite ?
- 2.6** Déterminer la concentration, puis la quantité d'ions dichromate restant dans le mélange.
- 2.7** Calculer la quantité initiale d'ions dichromate, puis la quantité d'ions dichromate qui a réagi. En déduire, à l'aide de l'équation de la réaction, la quantité d'éthanol présente dans l'échantillon de sang.
- 2.8** Calculer l'alcoolémie du conducteur, en grammes d'éthanol par litre de sang. Le seuil légal étant de $0,50$ g·L⁻¹, conclure.
- 2.9** Vérifier que les ions dichromate étaient bien introduits en excès. Pourquoi est-ce indispensable ?

Exercice 3 Graver un circuit imprimé

7 pts ●●○

Une plaque de circuit imprimé est recouverte d'une fine couche de cuivre. On dessine les pistes avec une encre protectrice, puis on plonge la plaque dans un bain de chlorure de fer(III), contenant des ions Fe^{3+} orangés. Le cuivre non protégé disparaît et le bain prend peu à peu une teinte verte, due aux ions Fe^{2+} et Cu^{2+} formés.

■ **DONNÉES** Masses molaires en g·mol⁻¹ : Cl : 35,5 ; Fe : 55,8 ; Cu : 63,5 • masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,00$ g·mL⁻¹

- 3.1** À l'aide des couples $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$ et $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$, écrire les demi-équations électroniques et l'équation de la réaction. Quelle espèce est oxydée ? Quelle espèce est réduite ?
- 3.2** La solution commerciale de chlorure de fer(III) $FeCl_3$ contient 40,0 % en masse de chlorure de fer(III) et a pour densité $d = 1,42$. Montrer que sa concentration en ions Fe^{3+} vaut $c = 3,50$ mol·L⁻¹.
- 3.3** On prépare 1,00 L de bain de gravure de concentration $0,500$ mol·L⁻¹ en ions Fe^{3+} . Calculer le facteur de dilution et le volume de solution commerciale à prélever.
- 3.4** La gravure d'une plaque nécessite d'éliminer 3,2 g de cuivre. En comparant, pour chaque réactif, le rapport de sa quantité initiale à son nombre stœchiométrique, montrer que 250 mL de bain suffisent. Quelle quantité d'ions Fe^{3+} reste-t-il alors ?
- 3.5** Quelques gouttes d'un bain usagé, versées dans une solution de thiocyanate de potassium, font apparaître une coloration rouge sang, caractéristique des ions Fe^{3+} . Le bain est-il encore actif ? Justifier. Combien de plaques identiques à celle de la question 3.4 peut-on graver, au maximum, avec 1,00 L de bain neuf ?