

D.S.T. DE PHYSIQUE - CHIMIE

Durée : 3 h30

Calculatrice autorisée

Vendredi 13 février 2015

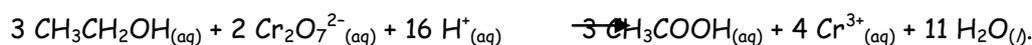
La notation tiendra compte de la présentation et la qualité de la rédaction de votre devoir.

Tous les résultats numériques doivent être donnés en écriture scientifique, avec le nombre convenable de chiffres significatifs et avec leur unité.

Partie 1: taux d'alcoolémie (17/60 points) 60 minutes
--

restituer ses connaissances, effectuer un calcul, raisonner

Pour mesurer la quantité d'alcool dans le sang, on réalise un prélèvement puis, par un procédé non indiqué ici, on décolore le sang. On dose alors la quantité d'alcool (éthanol) présente dans le sang à partir de la réaction chimique suivante :

**Données :**

- Masse molaire moléculaire de l'éthanol : 46,0 g.mol⁻¹ .
- Couleurs des espèces chimiques en présence :

<i>Espèces chimiques</i>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Cr^{3+}	CH_3COOH
Couleur en solution aqueuse	incolore	jaune orangé	vert	incolore

1. Expliquer en analysant les données, pourquoi on peut suivre l'évolution du système par spectrophotométrie.

On mélange un volume $V_1 = 2,0$ mL de sang avec un volume $V_2 = 10,0$ mL d'une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium (2K^+ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) de concentration molaire $C_2 = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

Le volume total du mélange réactionnel est :

$$V = V_1 + V_2 = 12,0 \text{ mL}$$

On agite et on place rapidement un prélèvement du mélange réactionnel dans une cuve du spectrophotomètre.

2. Construire un tableau d'avancement en notant n_0 la quantité de matière initiale d'alcool présent dans les 2,0 mL de sang et n_2 la quantité de matière initiale en ions dichromate introduits dans le mélange réactionnel et n_{H^+} pour les ions H^+ .
3. Calculer la quantité de matière initiale en ions dichromate n_2
4. Calculer l'avancement maximal x_{max} en supposant que $Cr_2O_7^{2-}$ est le réactif limitant.
5. Quelle relation existe entre l'avancement x de la réaction, la concentration en ions dichromate $C'_{Cr_2O_7^{2-}}$ dans le mélange, le volume V du mélange réactionnel et la quantité de matière n_2 ?
6. L'absorbance A_{420} est liée à la concentration $C'_{Cr_2O_7^{2-}}$ en $mol.L^{-1}$ par la relation:

$$A_{420} = 150 \times C'_{Cr_2O_7^{2-}} \quad (\text{pour la longueur d'onde } \lambda = 420 \text{ nm})$$

Déduire de la relation établie en 5. que l'avancement x est lié à l'absorbance A_{420} par la relation:

$$x = (10 - 4 \times A) \times 10^{-5}$$

7. La valeur de l'absorbance à l'état final est de 2,39. Calculer l'avancement maximal x_{max} .
8. En déduire que le réactif limitant est l'éthanol. Justifier.
9. Calculer la quantité de matière d'éthanol, puis la masse d'éthanol présent dans 2,0mL du conducteur.
10. Le taux autorisé d'alcool est de 0,5 g dans 1 L de sang.
Le conducteur est-il en infraction ?

Partie 2: pièce de monnaie (13/60 points) 60 minutes

restituer ses connaissances, tracer un graphique, effectuer un calcul

Les pièces de monnaie sont constituées d'alliages de différents métaux dont les proportions respectives s'expriment en pourcentage massique. Une équipe de la police vient d'investir l'atelier du faux monnayeur afin de procéder à son interpellation. Elle vous confie l'analyse d'une fausse pièce recueillie sur place.

Problématique: Le faussaire arrêté avait-t-il raison d'être aussi sûr de lui ?

Document 1 :



Les pièces de 10 centimes d'euros sont composées d'un alliage de cuivre (nommé or nordique ou alliage nordique).



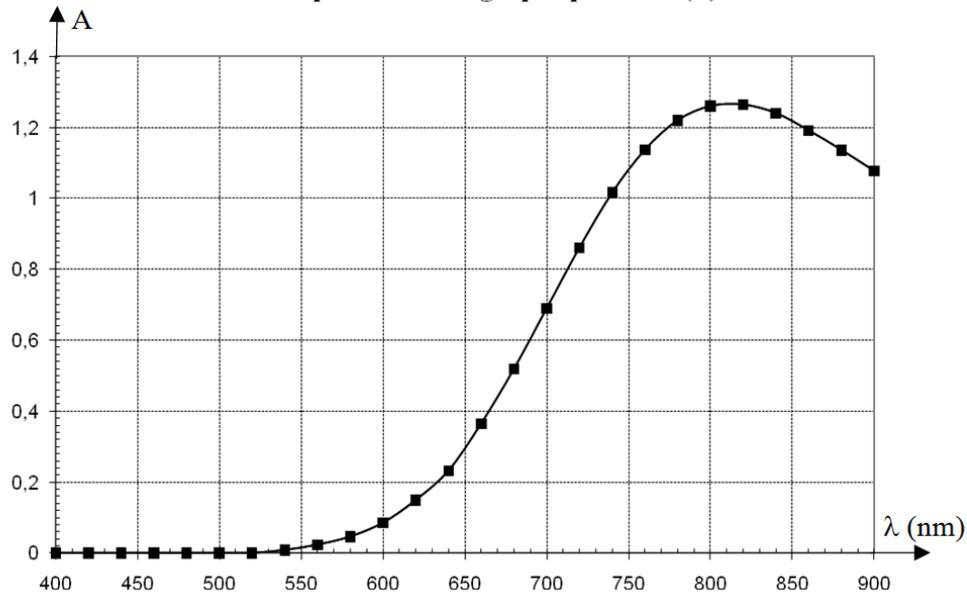
Mes fausses pièces de 10 cents sont parfaites !

Elles ont un diamètre de 19,75 mm, une épaisseur de 1,93 mm et une masse de 4,10 g. L'**or nordique**, aussi appelé « **alliage nordique** », est composé de 89 % de cuivre, 5 % de zinc, de 5 % d'aluminium et de 1 % d'étain. Malgré son nom, il ne contient pas d'or et on ne peut le confondre avec lui, car il n'a pas le même aspect, ni la même masse volumique.

Source : Wikipédia

Document 2: Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (concentration inconnue) :

Représentation graphique $A = f(\lambda)$



Données:

$$M(\text{Cu}) = M(\text{Cu}^{2+}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

Document 3: Extraction des ions cuivre II de la pièce de monnaie

La pièce est placée dans de l'acide nitrique concentré. Le contenu du bécher est versé dans une fiole jaugée de 1,0L et complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Document 4: échelle de teinte préparée par une solution de sulfate de cuivre II

Solution	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Concentration C (mol.L ⁻¹)	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$
Absorbance A	1,26	1,02	0,76	0,52	0,24	0,13

Document 5: La valeur d'absorbance de l'extrait de la pièce contenu dans la fiole est de 0,70.

Document 6: Ecart relatif : $E(\%) = \frac{|P(\text{Cu})_{\text{théo}} - P(\text{Cu})_{\text{exp}}|}{P(\text{Cu})_{\text{théo}}} \times 100$

1. A quelle longueur d'onde doit-on se placer pour faire les mesures d'absorbance?
2. A quoi sert l'échelle de teinte?
3. Comment a-t-on choisi les concentrations du document 4? (quelle est la condition nécessaire?)
4. Tracer la droite d'étalonnage $A = f(c)$ sur le graphique en annexe.
5. Que peut on en déduire? Quelle loi est vérifiée?
6. Quelle est la concentration molaire C_s de la solution "extrait de la pièce" dans la fiole? (expliquer votre démarche)
7. Déterminer la masse de cuivre $m(\text{Cu})$ dans la pièce. (attention garder ici 3 chiffres significatifs).
8. Déterminer le pourcentage massique P_{Cu} (rapport entre la masse de cuivre et celle de la pièce).
9. Que conclure de votre résultat? justifier également par un calcul!

Partie 3: L'éthylène glycol (07/60 points) 15 minutes

restituer ses connaissances

Document 1: Sa formule semi-développée est HO—CH₂—CH₂—OH. L'éthylène glycol est fréquemment employé en tant qu'antigel, dans le liquide de refroidissement des automobiles. À température ambiante, c'est un liquide visqueux incolore et sans odeur, avec un goût sucré. L'éthylène glycol est toxique et son ingestion nécessite des soins médicaux urgents.

(source: Wikipédia)

Document 2. Électronégativité d'un atome

Il s'agit de l'aptitude d'un atome, ou d'un groupe d'atomes, d'une entité moléculaire à attirer des électrons de liaison.

H 2,1							He 0
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne 0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar 0

Échelle d'électronégativité de PAULING pour quelques éléments chimiques
(en unité atomique de moment dipolaire : 1 u.a.m.d = 2,54 debye)

1. Donner la formule topologique de la molécule.
2. Quel groupe caractéristique est reconnaissable? Donner le nom et la formule.
3. A quelle famille chimique appartient cette molécule?
4. Ce composé peut-il former des liaisons hydrogène? Si oui par l'intermédiaire de quel atome?
5. Donner la définition de l'électronégativité.
6. D'après le document 2, représenter les charges partielles à chaque extrémité de la molécule représentée sous forme développée.

Partie 4: calorimètre (12/60 points) 30 minutes

restituer ses connaissances, effectuer un calcul, raisonner

Un calorimètre adiabatique est un récipient parfaitement isolé qui supprime tout transfert thermique vers l'extérieur. Ce dispositif permet de réaliser des mesures de capacités thermiques à condition de connaître μ , appelé masse en eau du calorimètre.

L'objectif de cet exercice est de déterminer la valeur numérique de μ . Pour cela, on introduit de l'eau froide (masse $m_1 = 0,200$ kg) dans le calorimètre adiabatique.

Lorsque l'équilibre thermique est atteint, la température est $T_1 = 15,0^\circ\text{C}$.

On ajoute de l'eau chaude ($m_2 = 0,200$ kg) à $T_2 = 45,9^\circ\text{C}$. La température finale est de $T_f = 30,0^\circ\text{C}$.

Données: la masse en eau μ d'un calorimètre est le rapport de sa capacité thermique sur la capacité d'un kilogramme d'eau. La capacité thermique massique de l'eau est $4180 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$, donc la capacité thermique d'une masse m d'eau est $C_{eau} = m \times 4180 \text{ J.K}^{-1}$.

1. Quelle est la température du calorimètre avant le mélange eau froide / eau chaude?
2. Quelle est la température du calorimètre après le mélange eau froide / eau chaude?
3. Donner l'expression de l'énergie reçue par le calorimètre Q_1 .
4. Donner l'expression de l'énergie reçue par l'eau froide Q_2 .
5. Donner l'expression de l'énergie cédée par l'eau chaude Q_3 .
6. Quelle relation peut on en déduire?
7. Calculer la valeur de la capacité thermique du calorimètre C_{cal} en J.K^{-1} .
8. Calculer sa valeur en eau μ .

Partie 5: interaction électrique (11/60 points) 45 minutes

Raisonner, effectuer un calcul

Deux charges électriques $q_1 = 2.10^{-6} \text{ C}$ et $q_2 = -3.10^{-6} \text{ C}$ sont placés respectivement en deux points A et B distants de $d = 1\text{m}$. BUT: Trouver la position de la charge q positive telle que la force exercée par l'ensemble des deux charges précédentes y soient nulle.

1. Faire un schéma des 3 cas possibles sachant que les 3 charges sont alignées.
2. Indiquer les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 qui s'appliquent sur la charge q dans chaque cas.
3. Eliminer une des possibilités.
4. Trouver la position de la charge q positive telle que la force exercée par l'ensemble des deux charges précédentes y soient nulle. Prendre la position A comme origine et x la distance que vous devez trouver.

(indice: $x > 0$)

ANNEXE
Partie 2: graphique

