

- Devoir surveillé de sciences physiques n° 2 octobre 2020 (1 h 55 minutes)

Calculatrice en mode examen autorisée ou calculatrice collège, émarginer au bureau en rendant votre copie à la fin avec l'énoncé

Prénom et Nom : Note : sur/20

Tenir compte des chiffres significatifs dans l'énoncé.

Exercice 1 (3 pts) : Une bouteille de gaz butane, utilisée dans une habitation, contient 13 kg de gaz liquéfié. La masse molaire du butane est égale à 58 g / mol.

- 1) Calculer la quantité de matière de gaz contenue dans la bouteille (formule littérale obligatoire)
- 2) Calculer le volume occupé par une mole de gaz (volume molaire) à 25 °C sous la pression de 1,0 bar (formule littérale obligatoire)
- 3) Quel volume de gaz butane de la bouteille, pris à 25 °C, et sous la pression de 1,0 bar, est disponible ? (formule littérale obligatoire) ;
- 4) Pourquoi a-t-on liquéfié le gaz, comment a-t-on fait ? (justifier).

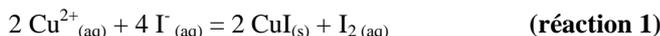
1) sav, réel	...../0,5
2) sav, réel	...../1
3) sav, réel	...../1
4) ana	...../0,5

Donnée : la constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ S.I.}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Exercice 2 (9 pts) : L'hydrométallurgie : le but de l'exercice est d'illustrer le dosage de solutions parfois utilisées en hydrométallurgie et contenant des ions cuivre (II) : $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$. On dispose d'une solution S_1 contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

1°) Une première méthode de dosage (2,5 pts) :

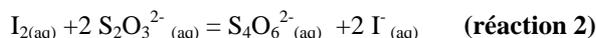
Cette méthode met en jeu deux réactions successives : on prélève un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution S_1 contenant les ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ que l'on place dans un erlenmeyer, on ajoute une solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$). La transformation chimique mise en jeu est modélisée par :



On dose ensuite le diode formé $\text{I}_{2(\text{aq})}$ par une solution de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$) : l'erlenmeyer est placé sous une burette contenant la solution de thiosulfate de sodium telle que $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}] = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence est repérée grâce à la décoloration d'empois d'amidon ajouté qui passe du bleu à l'incolore.

Le volume de solution de thiosulfate de sodium ajouté à l'équivalence est alors $V_E = 12,4 \text{ mL}$.

La transformation chimique mise en jeu est modélisée par :



1.1. Quelques questions sur cette méthode de dosage.

1.1.1. Dans la réaction (1), il est nécessaire que l'ion iodure $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ soit en excès par rapport aux ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$. Justifier cette nécessité.

On considérera que cette condition est vérifiée par la suite.

1.2. Exploitation du dosage. On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement.

1.2.1. Quelle relation lie les quantités de diode n_{I_2} et d'ions thiosulfate $n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$ ayant réagi à l'équivalence ?

1.2.2. Quelle relation lie les quantités de diode n_{I_2} précédentes et d'ions cuivre $n_{\text{Cu}^{2+}}$ mises en jeu lors de la réaction (1) ?

1.2.3. En déduire la concentration $[\text{Cu}^{2+}]$ de la solution S_1 en ion cuivre (II) (formule littérale obligatoire).

11) ana	...../0,5
1.2.1) réel	...../0,5
1.2.2) réel	...../0,5
1.2.3) ana	...../1

2°) Deuxième méthode de dosage :

On veut maintenant réaliser le dosage spectrophotométrique de la solution S_1 .

Pour cela, on prépare un ensemble de solutions de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) à partir d'une solution mère S_m de concentration $c_m = 0,50 \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$. La teinte bleue de ces solutions est due à la présence des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

Solution	S_m	S_{d1}	S_{d2}	S_{d3}	S_{d4}	S_{d5}
$[\text{Cu}^{2+}]$ (mol.L^{-1})	0,500	0,250	0,200	0,100	0,050	0,010

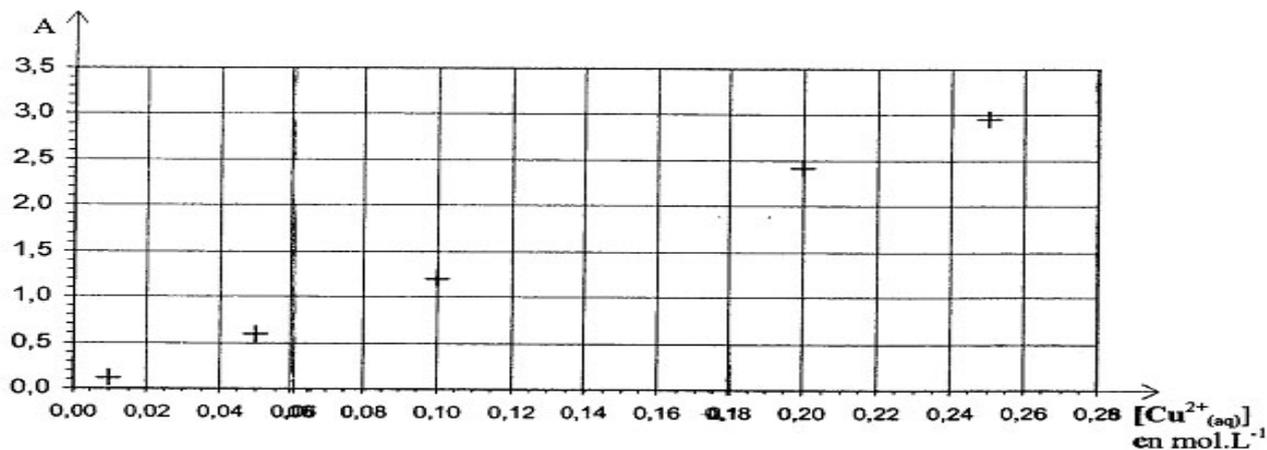
2.1. Préparation d'une solution diluée : décrire soigneusement (avec verrerie + calcul préalable) la préparation de 50 mL de la solution S_{d2} à partir de la solution mère S_m sachant que l'on dispose de la verrerie suivante :

- fioles jaugées de 25 mL, 50 mL, 100 mL ;
- pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL, 25 mL ;
- béchers de 50 mL et de 100 mL ;
- éprouvettes graduées de 20 mL et 50 mL.

2.2. Mesure de l'absorbance de chacune des solutions avec un spectrophotomètre.

2.2.1. L'opérateur introduit de l'eau distillée dans une cuve qu'il place dans le spectrophotomètre, il règle alors l'absorbance sur la valeur "zéro". Justifier cette opération.

2.2.2. On mesure l'absorbance des solutions préparées. Les points expérimentaux sont présentés sur le graphique suivant :



La loi de Beer-Lambert $A = k \cdot [Cu^{2+}_{(aq)}]$ est-elle vérifiée ? (Justifier)

2.3. Détermination de la concentration de la solution S_1 .

On prélève 25,0 mL de cette solution que l'on introduit dans une fiole jaugée de 50 mL dont on complète le niveau avec de l'eau distillée. Après homogénéisation l'absorbance de cette solution S_2 est mesurée : on trouve $A = 1,5$.

Déterminer graphiquement la concentration en ions $Cu^{2+}_{(aq)}$ de la solution S_2 . En déduire celle de la solution S_1 (justifier).

2.4. La méthode employée constitue-t-elle un dosage par titrage ou un dosage par étalonnage ? Justifier.

2.1) réal	...../2
2.2 .1) sav	...../0,5
2.2.2) réal	...../1
2.3) ana, réal	...../2
2.4) sav	...../1

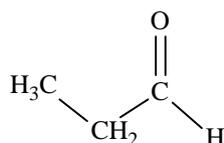
Exercice 3 (2 pts) : A la recherche de la vie dans l'espace

Table de données pour la spectroscopie IR :

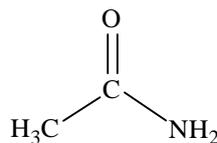
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool libre	3500–3700	forte, fine
O-H alcool lié	3200–3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
N-H amine	3100–3500	moyenne
N-H amide	3100–3500	forte
N-H amine ou amide	1560–1640	forte ou moyenne
C-H	2800–3300	moyenne
C=O amide	1650–1740	forte
C=O aldéhyde et cétone	1650–1730	forte
C=O acide	1680–1710	forte

L'atterrisseur de la sonde Rosetta possède un spectromètre infrarouge (VIRTIS) capable de détecter la présence de molécules organiques. Parmi les molécules détectées sur la comète « Tchouri », plusieurs l'ont été pour la première fois dans une comète. Parmi celles-ci, on trouve le propanal (famille des aldéhydes) et l'éthanamide (famille des amides).

propanal



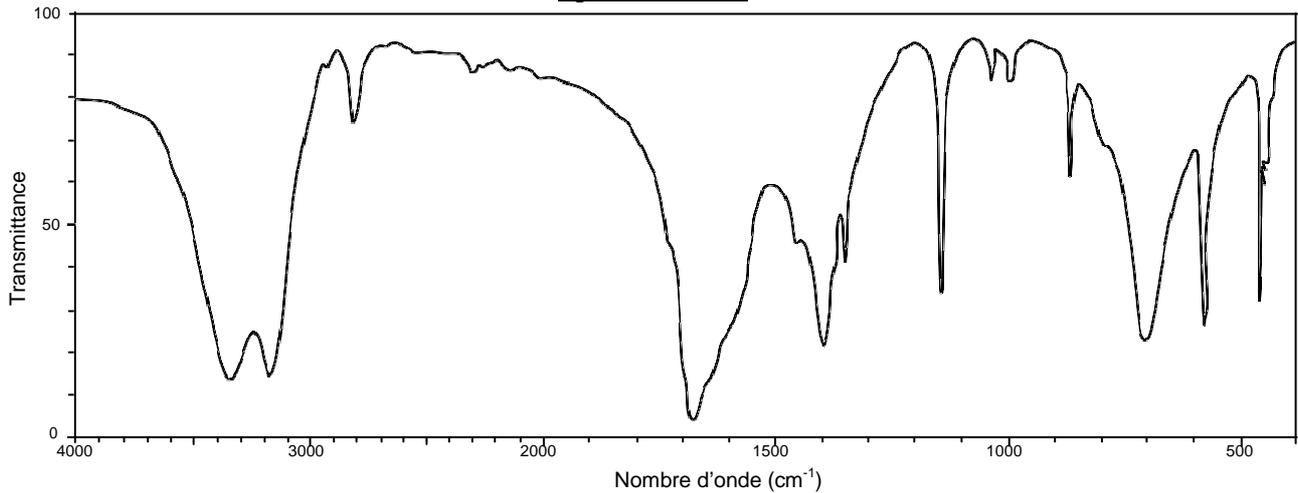
éthanamide



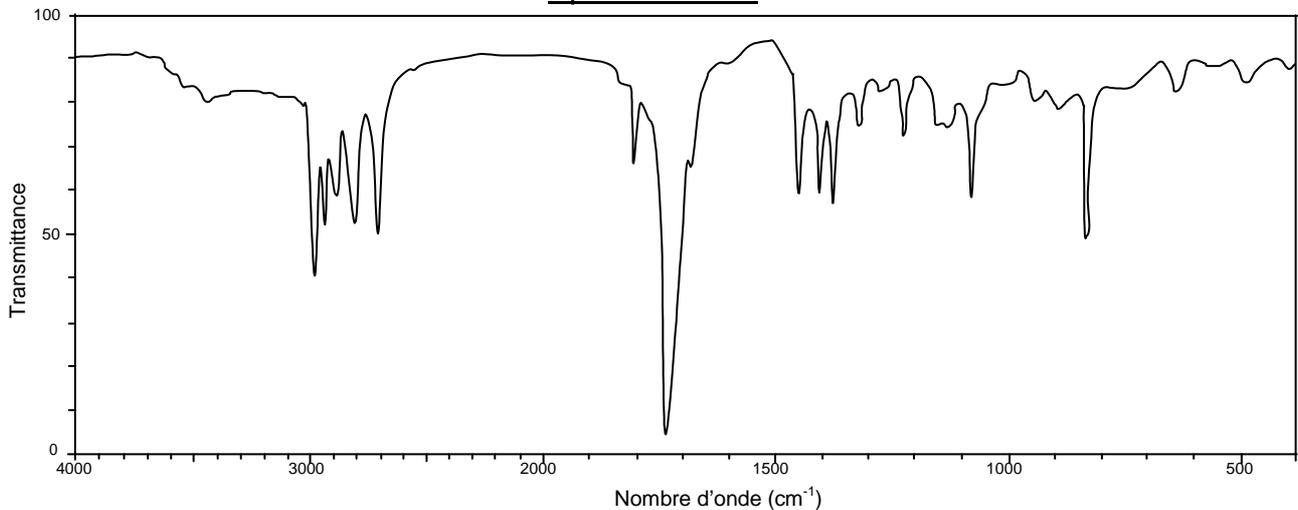
11) ana, val/2
--------------	---------

Associer, en le justifiant, chacun des spectres IR ci-dessous à une des deux molécules précédentes

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2



Source : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology - <http://sdfs.db.aist.go.jp>

Exercice 4 (6 pts) : Dosage d'une solution d'acide chlorhydrique concentrée :

Dans le laboratoire du lycée MONGE, on dispose d'un flacon d'une solution d'acide chlorhydrique concentrée où est notée sur l'étiquette l'indication suivante : 33% minimum en masse d'acide chlorhydrique. On appellera cette solution S_0 . On veut connaître la concentration molaire c_0 de cette solution.

Première étape : On dilue 1000 fois la solution S_0 . On obtient alors une solution S_1 de concentration C_1 .

Deuxième étape : On prélève précisément un volume $V_1=100,0$ mL de solution S_1 . On dose par conductimétrie la solution S_1 par une solution titrante d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}}$) de concentration $C_B= 1,00 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹. La représentation graphique de la conductance de la solution en fonction du volume V de solution titrante versé est donnée dans l'annexe , document n°1.

- 1°) On ajoute la solution d'hydroxyde de sodium pour doser la solution S_1 . Écrire l'équation de la réaction acido-basique.
- 2°) Déterminer graphiquement, sur le document n°1 de l'annexe , le volume versé V_E à l'équivalence.
- 3°) A l'équivalence, écrire la relation existant entre C_1 , C_B , V_E et V_1 et calculer la concentration molaire C_1 de la solution d'acide chlorhydrique diluée S_1 (rappeler la notion d'équivalence).
- 4°) En déduire la concentration molaire C_0 de la solution d'acide chlorhydrique concentrée S_0 .
- 5°) Calculer la masse m_0 d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$) dissous dans un litre de solution. On donne la masse molaire de l'acide chlorhydrique $M= 36,5$ g.mol⁻¹ (formule littérale exigée).
- 6°) La solution S_0 a une masse volumique $\rho_0 = 1160$ g.L⁻¹. Le pourcentage massique de la solution S_0 représente la masse d'acide chlorhydrique dissous dans 100 g de solution. Calculer le pourcentage massique de la solution S_0 . L'indication de l'étiquette du flacon de solution d'acide chlorhydrique concentrée est-elle correcte ?(Ecrire des formules littérales).
- 7°) Une simulation du dosage par suivi pH-métrique de la solution S_1 est donnée dans l'annexe , document n°2. Dans la liste ci dessous , y-a-t-il un indicateur coloré mieux adapté pour repérer l'équivalence du dosage ? (faire une construction graphique au préalable). Justifiez votre réponse

1) sav	...../0,5
2) sav	...../0,5
3) réal	...../1,5
4) ana, réal	...../0,5
5) sav	...../1
6) ana , réal	...../1
7) sav, réal	...../1

Indicateur	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Hélianthine	Jaune orangé	3,1 – 4,4	Rouge
Vert de Bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	Bleu
Bleu de Bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10,0	Fuschia

Annexes

Document n°1 : Dosage de la solution diluée d'acide chlorhydrique S_1 par conductimétrie

Document n°2 : Simulation du dosage de la solution diluée d'aide chlorhydrique S_1 par pHmétrie

Document 1

