

CLASSE : Terminale

EXERCICE 2 : 5 points

VOIE :  Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui sans mémoire, « type collègue »

### EXERCICE 2 Technique de dosage de l'urée

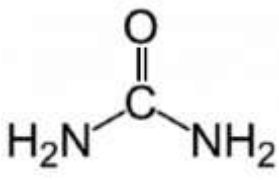
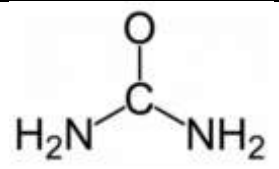
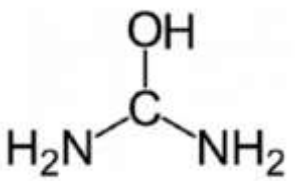
#### A. La synthèse de l'urée par Wöhler

##### Q.1.

	Formule brute
Cyanate d'ammonium ( $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CNO}^-(\text{aq})$ )	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$
Urée, une molécule de formule brute $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

Le cyanate d'ammonium et l'urée ont des formules brutes identiques et des formules développées différentes : ce sont des isomères.

##### Q.2.

	Formule brute	
	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	Urée
	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	Le carbone fait 4 liaisons et l'oxygène en fait 2 : la formule n'est pas bonne.
	$\text{CH}_5\text{N}_2\text{O}$	La formule brute n'est pas celle de l'urée.

##### Q.3.

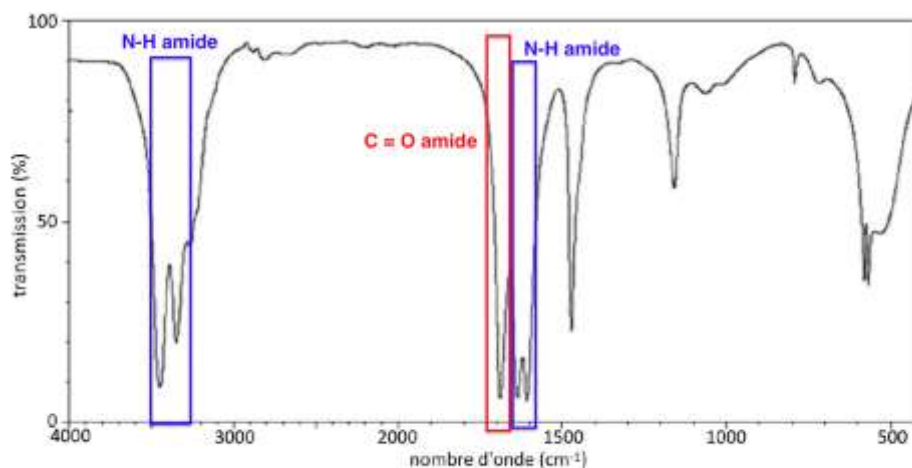
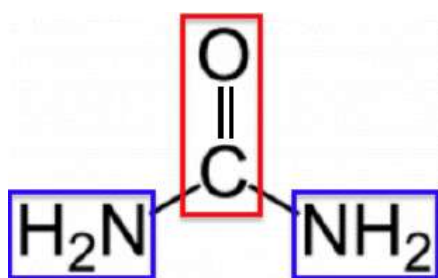


Figure 1. Spectre infrarouge de l'urée (KBr-médiachimie)

Liaison	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	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 <sub>tri</sub> - H	3000 - 3100	moyenne
C <sub>tét</sub> - H	2800 - 3000	forte
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide	1680 - 1710	forte

Remarque :

C<sub>tri</sub> signifie que l'atome de carbone est trigonal, c'est-à-dire relié à trois voisins.

C<sub>tét</sub> signifie que l'atome de carbone est tétraogonal, c'est-à-dire relié à quatre voisins.

le spectre infrarouge obtenu pour les cristaux d'urée comporte :

- Une bande d'absorption entre 1650 – 1740 correspondant à une liaison C = O d'un amide
- Une bande d'absorption entre 3100 – 3500 correspondant à une liaison N-H d'un amide
- Une bande d'absorption entre 1560 – 1640 correspondant à une liaison N-H d'un amide

le spectre infrarouge obtenu pour les cristaux d'urée est cohérent avec la formule semi-développée proposée.

## B. Dosages de l'urée

### Q.4.

Masse de cristaux d'urée à peser :

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \times M$$

Or

$$n = C \times V$$

D'où

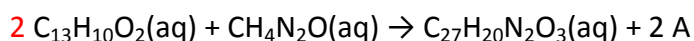
$$m = C \times V \times M$$

$$m = 6,7 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} \times 60,06$$

$$m = 2,0 \times 10^{-2} \text{ g}$$

### Dosage gravimétrique

#### Q.5.



	Réactifs	Produits	Manque
Carbone	$2 \times 13 + 1 = 27$	27	$27 - 27 = 0$
Hydrogène	$2 \times 10 + 4 = 24$	20	$24 - 20 = 4$
Oxygène	$2 \times 2 + 1 = 5$	3	$5 - 3 = 2$
Azote	2	2	$2 - 2 = 0$

Il manque 4 atomes d'hydrogène et 2 atomes d'oxygène pour 2 molécule A soit 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène pour une molécule A . A est de Formule H<sub>2</sub>O.

**Q.6.**Dixanthylurée  $C_{27}H_{20}N_2O_3$ 

$$M_{\text{Dixanthylurée}} = 27 \times M_C + 20 \times M_H + 2 \times M_N + 3 \times M_O$$

$$M_{\text{Dixanthylurée}} = 27 \times 12,0 + 20 \times 1,00 + 2 \times 14,0 + 3 \times 16,0$$

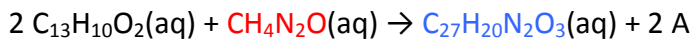
$$M_{\text{Dixanthylurée}} = 420 \text{ g. mol}^{-1}$$

Comparons les masses molaires moléculaires du dixanthylurée et de l'urée :

$$\frac{M_{\text{Dixanthylurée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{420}{60,06} = 6,99$$

La masse molaire du dixanthylurée est sept fois supérieure à celle de l'urée.

D'après l'équation de réaction support du dosage gravimétrique :



Pour une mole d'urée consommée, une mole de dixanthylurée est produite.

Or la masse molaire du dixanthylurée est sept fois supérieure à celle de l'urée.

Ainsi, la masse de dixanthylurée formée est sept fois supérieure à celle de l'urée consommée.

$$n_{\text{urée}}^{\text{consommée}} = n_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}$$

$$\text{Or } n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{M_{\text{Dixanthylurée}}}$$

Or

$$M_{\text{Dixanthylurée}} = 7M_{\text{urée}}$$

$$\frac{m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7M_{\text{urée}}}$$

$$m_{\text{urée}}^{\text{consommée}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7}$$

$$m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$$

La masse de dixanthylurée formée est sept fois supérieure à celle de l'urée consommée.

**Q.7.**

$$C = \frac{n_{\text{urée}}}{V}$$

$$\text{Or } n_{\text{urée}} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}}}$$

$$C = \frac{\frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}}}}{V} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}}} \times \frac{1}{V} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}} \times V}$$

Or

$$m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$$

$$m_{\text{urée}}^{\text{consommée}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7}$$

$$C = \frac{\frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7}}{M_{\text{urée}} \times V} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7} \times \frac{1}{M_{\text{urée}} \times V} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7 \times M_{\text{urée}} \times V}$$

**Q.8.**

$$C = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7 \times M_{\text{urée}} \times V}$$

$$C = \frac{2,7 \times 10^{-3}}{7 \times 60,06 \times 1,0 \times 10^{-3}}$$

$$C = 6,4 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$u(C) = C \cdot \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(M_{\text{urée}})}{M_{\text{urée}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

$$u(C) = 6,4 \times 10^{-3} \cdot \sqrt{\left(\frac{0,2}{2,7}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{60,06}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{1,0}\right)^2}$$

$$u(C) = 8 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$C = 6,4 \times 10^{-3} \pm 8 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$C = (6,4 \pm 0,8) \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

**Q.9.**

$$\frac{|C_{\text{mes}} - C_{\text{ref}}|}{u(C)} = \frac{|6,4 \times 10^{-3} - 6,7 \times 10^{-3}|}{8 \times 10^{-4}} = 0,4 < 2$$

Le z-score est inférieur à 2, les résultats sont compatibles.

Le protocole de Richard Fosse permet donc de valider que la solution S a été correctement préparée.

### Dosage colorimétrique

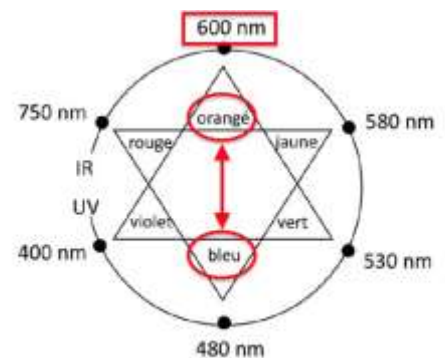
**Q.10.**

Le dosage par étalonnage de l'urée qui s'appuie sur la formation d'une espèce chimique bleue.

La couleur absorbée est la couleur complémentaire au bleu.

Sur le cercle chromatique, la couleur complémentaire au bleu (couleur diamétralement opposée) est le orangé de longueur d'onde 600nm.

D'où le choix d'une longueur d'onde de 600nm.



**Q.11.**

D'après la loi de Beer Lambert :

$$A = kC$$

Ainsi :

$$A_{\text{Echantillon}} = kC_{\text{Echantillon}}$$

$$kC_{\text{Echantillon}} = A_{\text{Echantillon}}$$

$$C_{\text{Echantillon}} = \frac{A_{\text{Echantillon}}}{k}$$

Or

$$A_{\text{Référence}} = kC_{\text{Référence}}$$

$$kC_{\text{Référence}} = A_{\text{Référence}}$$

$$k = \frac{A_{\text{Référence}}}{C_{\text{Référence}}}$$

Donc

$$C_{\text{Echantillon}} = \frac{A_{\text{Echantillon}}}{\frac{A_{\text{Référence}}}{C_{\text{Référence}}}}$$

$$C_{\text{Echantillon}} = A_{\text{Echantillon}} \times \frac{C_{\text{Référence}}}{A_{\text{Référence}}}$$

$$C_{\text{Echantillon}} = \frac{A_{\text{Echantillon}}}{A_{\text{Référence}}} \times C_{\text{Référence}}$$

**Q.12.**

$$C_{\text{Echantillon}} = \frac{A_{\text{Echantillon}}}{A_{\text{Référence}}} \times C_{\text{Référence}}$$

$$C_{\text{Echantillon}} = \frac{1,25}{1,58} \times 6,7$$

$$C_{\text{Echantillon}} = 5,3 \text{ mmol. L}^{-1}$$

Dans le sérum ou le plasma	Intervalle de concentration en urée pour un patient en bonne santé (mmol/L)
< 1 an	[1,4-6,8]
Enfant	[1,8-6,4]
18-60 ans	[2,1-7,1]
60-90 ans	[2,9-8,2]
> 90 ans	[3,6-11,1]

Il s'agit d'une prise de sang à un patient âgé de 20 ans.

D'après le tableau, pour un patient en bonne santé de 20 ans, l'intervalle en urée doit être comprise entre 2,1 et 7,1 mmol/L.

La concentration en urée pour le patient est de 5,3 mmol/L : l'urémie n'est pas élevée, il est en bonne santé.