

Nom : .....	Prénom : .....	Classe : .....	Date : .....
1 <sup>ère</sup> Spécialité	Chapitre 1 et 2 : la mole et réactions d'oxydoréduction		DS
/20	<b>DS 2</b>		Durée : 1,5 h

### Correction DS 2 - Classe de 1<sup>ère</sup> Spé PC

#### (3 points) Problème 1: **Aspirine, d'après Belin 2019**

La posologie quotidienne maximale d'aspirine  $C_9H_8O_4$  est de 3,0 g.

1. (1 point) Calculer la masse molaire de l'aspirine.

**Solution:**

$$M(C_9H_8O_4) = 9 \times M(C) + 8 \times M(H) + 4 \times M(O) = 9 \times 12 + 8 \times 1 + 4 \times 16 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (1)$$

La masse molaire de l'aspirine est de  $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

2. (1 point) Exprimer puis calculer la quantité de matière maximale d'aspirine autorisée par jour.

**Solution:**

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3,0}{180} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ mol} = 17 \text{ mmol} \quad (2)$$

Il y a  $1,7 \times 10^{-2} \text{ mol}$  d'aspirine dans la posologie maximale quotidienne.

3. (1 point) En déduire le nombre maximum de molécules d'aspirine pouvant être absorbées quotidiennement.

**Solution:**

$$N = n \times N_A = 1,7 \times 10^{-2} \times 6,022 \times 10^{23} = 1,0 \times 10^{22} \quad (3)$$

Il y a  $1,0 \times 10^{22}$  molécules d'aspirines dans la posologie maximale quotidienne.

#### **Données :**

Masses molaires  $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(P) = 31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(Ar) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

#### (3 points) Problème 2: **Un flacon d'oxygène (d'après Belin 2019)**

On dispose d'un flacon contenant 50 mL de dioxygène à  $20^\circ\text{C}$  et 1013 hPa.

1. (1 point) Calculer la quantité de matière de dioxygène contenue dans le flacon.

**Solution:**

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{0,050}{24} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (4)$$

La quantité de matière contenue dans les 50 mL du flacon est 2,1 mmol.

2. (1 point) En déduire la masse de dioxygène contenue dans le flacon.

**Solution:**

$$m = n \times M(\text{O}_2) = 2,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 16 = 6,7 \times 10^{-2} \text{ g} \quad (5)$$

La masse de dioxygène contenue dans le flacon est de 0,067 g.

3. (1 point) Une balance au dg près serait-elle suffisante pour peser le dioxygène ?

**Solution:**  $6,7 \times 10^{-2} \text{ g} = 0,67 \text{ dg}$ . Ce nombre est inférieur au décigramme donc on ne peut pas le mesurer avec cette balance.

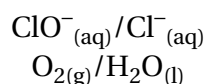
**Données :**

Volume molaire d'un gaz à 20 °C et 1013 hPa :  $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Masse molaire du dioxygène :  $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

(3 points) Problème 3: **Eau de Javel**

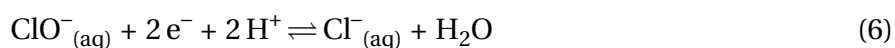
Industriellement, l'eau de Javel est obtenue par barbotage de dichlore gazeux  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ . L'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$  en solution aqueuse est fortement oxydant et capable d'oxyder l'eau elle-même. On peut modéliser cette transformation à partir des deux couples oxydant-réducteur suivants :



Cette transformation, plus ou moins lente en fonction de certains paramètres, impose une limite de durée d'utilisation aux eaux de Javel.

1. (1 point) Établir les demi-équations électroniques pour les deux couples oxydoréducteurs.

**Solution:** Pour le couple  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}/\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  :

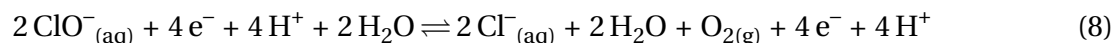


Pour le couple  $\text{O}_{2(\text{g})}/\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  :



2. (1 point) Établir l'équation de la réaction modélisant l'oxydation de l'eau par les ions hypochlorites.

**Solution:** On additionne  $2 \times \text{eq. 6} + \text{eq. 7}$  après avoir mis les réactifs à gauche et on obtient :



ce qui donne finalement :



3. (1 point) Justifier le rôle oxydant de l'ion hypochlorite.

**Solution:** L'ion hypochlorite est oxydant car il est capable de capturer des électrons.

(9 points) Problème 4: **Le bleu de méthylène en médecine et en biologie (d'après la BNS)**

1. (1 point) Donner la définition d'un oxydant.

**Solution:** Un oxydant est une espèce capable de capter un ou plusieurs électrons.

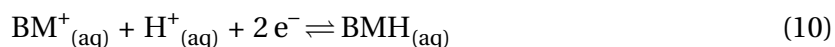
2. (1 point) Donner la définition d'une réduction.

**Solution:** Une réduction est une transformation chimique durant laquelle l'oxydant gagne un ou plusieurs électrons pour former le réducteur.

3. (1 point) Écrire les demi-équations électroniques relatives aux couples du bleu de méthylène  $\text{BM}^+_{(\text{aq})}/\text{BMH}_{(\text{aq})}$  et du glucose  $\text{RCOOH}_{(\text{aq})}/\text{RCHO}_{(\text{aq})}$ .

**Solution:**

- Pour le couple  $\text{BM}^+_{(\text{aq})}/\text{BMH}_{(\text{aq})}$  :

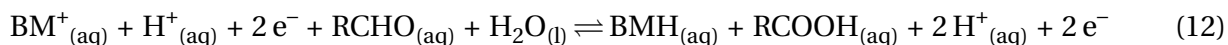


- Pour le couple  $\text{RCOOH}_{(\text{aq})}/\text{RCHO}_{(\text{aq})}$  :

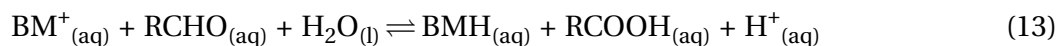


4. (1 point) En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation décrite dans l'extrait du protocole.

**Solution:** On "retourne" l'équation et on l'additionne avec l'équation 10 :



ce qui donne finalement en simplifiant les hydrogènes :



## Partie 2 : Dosage d'une solution de bleu de méthylène

Le bleu de méthylène est un colorant pour préparation microscopique utilisé essentiellement pour colorer les noyaux des cellules afin d'apprécier le nombre de cellules mortes.

Un technicien de laboratoire souhaite déterminer avec précision la concentration du colorant dans une solution S dont l'étiquette porte l'indication suivante :

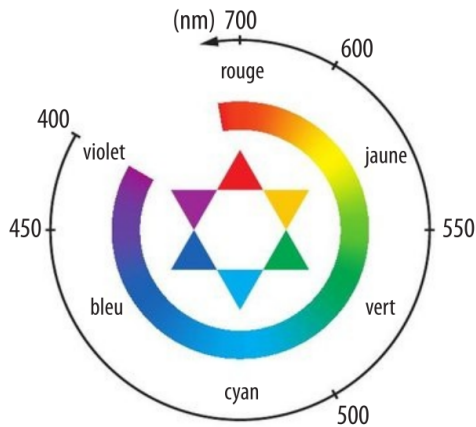
« Bleu de méthylène  $3,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  »

On note  $C_S$  la concentration en bleu de méthylène de la solution S. Cette concentration est déterminée par une méthode spectrophotométrie.

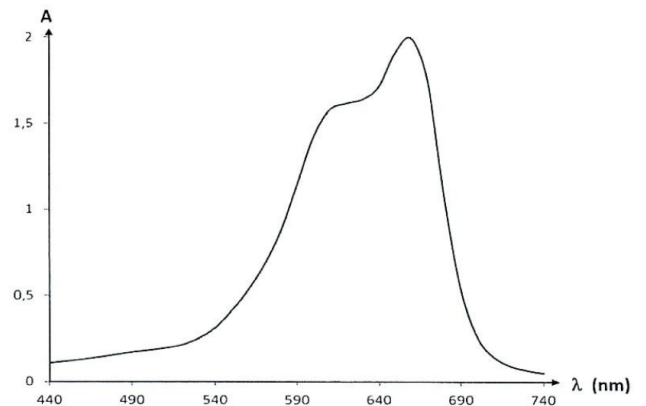
On mesure l'évolution de l'absorbance A d'une solution de bleu de méthylène pour différentes longueurs d'onde  $\lambda$ .

### Données :

- Cercle chromatique :



- Spectre d'absorbance du bleu de méthylène :



- Extrait du tableau périodique :

1		Tableau périodique										2				
1.0079												4.0025				
1	<b>H</b>											<b>He</b>				
	Hydrogène											Hélium				
2	3	4									6	7	8	9	10	
	<b>Li</b>	<b>Be</b>									<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
	Lithium	Béryllium									Bore	Carbone	Azote	Oxygène	Fluor	Neon
3	11	12							13	14	15	16	17	18		
	<b>Na</b>	<b>Mg</b>							<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>		
	Sodium	Magnésium							Aluminium	Silicium	Phosphore	Soufre	Chlore	Argon		
				Z		masse										
				Symbole												
				Nom												

5. (1 point) Commenter l'allure spectre d'absorption du bleu de méthylène et justifier la couleur de la solution de ce colorant.

**Solution:** Le bleu de méthylène absorbe principalement entre 590 nm et 680 nm. Sa couleur est la couleur complémentaire (couleur diamétralement opposée sur le cercle chromatique) : le bleu de méthylène est bleu.

Pour déterminer la concentration  $C_S$  en bleu de méthylène de la solution  $S$ , on prépare une gamme de solutions notées  $S_1$  à  $S_4$ , de volume 25,0 mL chacune, à partir d'une solution mère de concentration en masse égale à  $5,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

L'absorbance des solutions a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre préalablement réglé sur la valeur  $\lambda_{max}$  du spectre d'absorption. Les résultats sont reproduits dans le tableau ci-dessous :

Solution	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration en masse $C_i$ (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Absorbance $A$	0,610	0,480	0,374	0,243	0,126

6. (1 point) Écrire le protocole détaillé de la préparation de la solution  $S_3$  à partir de la solution mère  $S_0$ , en précisant la verrerie nécessaire.

**Solution:** Lors d'une dilution la quantité de matière se conserve et se traduit par la relation suivante (relation solutions mère et fille) :

$$C_3 \times V_3 = C_0 \times V_0 \quad (14)$$

donc

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{C_3 \times V_3}{C_0} \\ &= \frac{2,0 \times 10^{-3} \times 25,0 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} \\ &= 0,010 \text{ L} \quad (15) \end{aligned}$$

$$= 10 \text{ mL} \quad (16)$$

Le volume fille est celui d'une fiole jaugée et le volume de la solution mère est prélevé avec une pipette jaugée. Ainsi nous utiliserons la pipette jaugée de 10 mL ainsi que la fiole jaugée 25 mL.  
Protocole :

1. Verser la solution mère dans un bécher.
2. Prélever à l'aide d'une pipette jaugée  $V_0 = 10 \text{ mL}$  de la solution mère.
3. Introduire  $V_0$  dans une fiole jaugée 25 mL.
4. Ajouter du solvant, de l'eau aux  $3/4$  de la fiole et mélanger.
5. Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
6. Homogénéiser la solution

7. (1 point) La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée? Justifier le par le calcul, sans réaliser de graphique.

**Solution:** On calcule le rapport  $A/C$  pour toutes les solutions et on obtient une valeur environ égale à  $0,12 \text{ L} \cdot \text{mg}^{-1}$ . Comme cette valeur est vérifiée pour toute les solutions (à un arrondi près), on peut affirmer que la loi de Beer-Lambert est vérifiée.

8. (1 point) En déduire une relation entre  $A$  l'absorbance de la solution et  $C$  la concentration en masse du bleu de méthylène, en précisant les unités des grandeurs.

**Solution:** On a donc :

$$A = k \times C \quad (17)$$

Avec  $A$  l'absorbance dans unité,  $C$  la concentration en masse en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $k = 0,12 \text{L} \cdot \text{mg}^{-1}$  est le coefficient de proportionnalité de la loi de Beer-Lambert.

9. Une solution  $S_D$  de bleu de méthylène a été obtenue en diluant 400 fois la solution  $S$ . La mesure de l'absorbance de la solution  $S_D$  vaut  $A_D = 0,328$ .

9.1. (1 point) Déterminer la concentration  $C_D$  de la solution  $S_D$ .

**Solution:** On isole  $C$  dans la loi de Beer-Lambert et on obtient  $C = A/k$ . On calcule donc  $C_D = \frac{A_D}{k} = \frac{0,328}{0,12} = 2,7 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . La concentration de la solution  $S_D$  est  $C_D = 2,7 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

9.2. (2 points (bonus)) En considérant une incertitude-type de mesure  $u(C_S)$  égale à  $0,2 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , la valeur  $C_S$  obtenue expérimentalement est-elle en accord avec l'étiquetage de la solution  $S$ ? Justifier.

**Solution:** La solution  $S_D$  est diluée 400 fois donc pour retrouver la concentration de la solution  $S$  on effectue :  $C_S = 400 \times C_D = 400 \times 2,7 = 1080 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1,1 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Pour retrouver l'équivalence en concentration en quantité de matière, on calcule tout d'abord la masse molaire du bleu de méthylène :

$$\begin{aligned} M(BM) &= 16M_C + 18M_H + 3M_N + M_S + M_{Cl} \\ &= 16 \times 12 + 18 \times 1 + 3 \times 14 + 32 + 35 \\ &= 319 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Finalement on calcule la concentration en quantité de matière :

$$C = \frac{C_S}{M} = \frac{1,1}{319} = 3,4 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3,4 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (18)$$

L'incertitude-type de la mesure nous permet d'encadrer la valeur de la concentration selon :

$$C_S - u(C_S) \leq C_S \leq C_S + u(C_S) \quad (19)$$

soit

$$3,4 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} - 0,2 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \leq C_S \leq 3,4 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} + 0,2 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (20)$$

$$3,2 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \leq C_S \leq 3,6 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (21)$$

L'étiquette porte l'indication suivante : « Bleu de méthylène  $3,2 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ». La valeur  $C_S$  obtenue expérimentalement est en accord avec l'étiquetage de la solution  $S$  car la valeur théorique est comprise dans l'intervalle des valeurs expérimentales.