

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

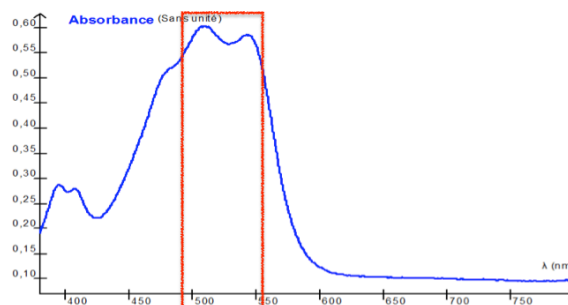
Entretien de l'eau d'une piscine (10 points)

1

1.1

Le spectre présente une bande d'absorbance entre 500 et 560 nm.

La couleur absorbée est le vert et la couleur de la solution est pourpre.

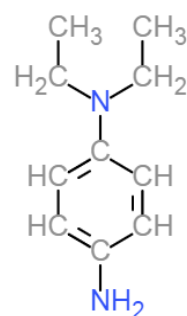


Longueur d'onde de la radiation absorbée (nm)	Couleur perçue	Couleur de la radiation absorbée
400-435	jaune-vert	violet
435-480	jaune	bleu
480-490	orangé	vert-bleu
490-500	rouge	bleu-vert
500-560	pourpre	vert
560-580	violet	jaune-vert
580-595	bleu	jaune
595-625	vert-bleu	orangé
625-800	bleu-vert	rouge

1.2

Formule semi-développée de la molécule de DPD

Formule brute $C_{10}H_{16}N_2$



Masse molaire de la DPD :

$$M_{C_{10}H_{16}N_2} = 10 \times M_C + 16 \times M_H + 2 \times M_N$$

$$M_{C_{10}H_{16}N_2} = 10 \times 12,0 + 16 \times 1,0 + 2 \times 14,0$$

$$M_{C_{10}H_{16}N_2} = 164 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Quantité de matière de la DPD contenue dans une pastille de 5,0 mg de DPD

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

$$n = \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{164} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

1.3

« Pour une concentration en acide hypochloreux HClO supérieure à 7,0 mg/L l'échantillon contenant le réactif DPD est susceptible de se décolorer et de conduire à un résultat faux.»

$$n_{\text{HClO}} = \frac{m_{\text{HClO}}}{M_{\text{HClO}}}$$

et

$$c_m = \frac{m_{\text{HClO}}}{V}$$

$$m_{\text{HClO}} = c_m \times V$$

D'où

$$n_{\text{HClO}} = \frac{c_m \times V}{M_{\text{HClO}}}$$

$$n_{\text{HClO}} = \frac{7,0 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^{-3}}{1,0 + 35,5 + 16,0} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

1.4

Équation de la réaction		Chlore libre	+	DPD	→	espèce chimique E
État :	Avancement en mol	$n(\text{Chlore libre})$		$n(\text{DPD})$		$n(\text{Espèce E})$
initial	0	$1,3 \cdot 10^{-6}$		$3,0 \cdot 10^{-5}$		0
intermédiaire	x	$1,3 \cdot 10^{-6} - x$		$3,0 \cdot 10^{-5} - x$		x
final	x_{max}	$1,3 \cdot 10^{-6} - x_{\text{max}}$		$3,0 \cdot 10^{-5} - x_{\text{max}}$		x_{max}

1.5

Calculons de x_{max} :

$$1,3 \cdot 10^{-6} - x_{\text{max}1} = 0$$

$$x_{\text{max}1} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$3,0 \cdot 10^{-5} - x_{\text{max}2} = 0$$

$$x_{\text{max}2} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}1} < x_{\text{max}2}$$

$$x_{\text{max}} = x_{\text{max}1} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Ainsi, le chlore libre est le réactif limitant.

En introduisant une seule pastille de DPD dans un tube test, le chlore libre est en défaut donc l'utilisation d'une seule pastille est suffisante pour que la DPD soit introduite en excès.

2.

2.1

Lors d'une dilution la quantité de matière se conserve :

$$n_7 = n_1$$

Or

$$n = C \times V$$

Donc

$$C_7 V_7 = C_1 V_1$$

$$V_7 = \frac{C_1 V_1}{C_7}$$

$$V_7 = \frac{20 \times V_1}{4,0}$$

$$V_7 = 5 \times V_1$$

V_7 le volume fille est celui d'une fiole jaugée et V_1 le volume de la solution mère est prélevé avec une pipette jaugée.

Ainsi nous utiliserons une fiole jaugée dont le volume est 5 fois plus grand que le volume de la pipette jaugée.

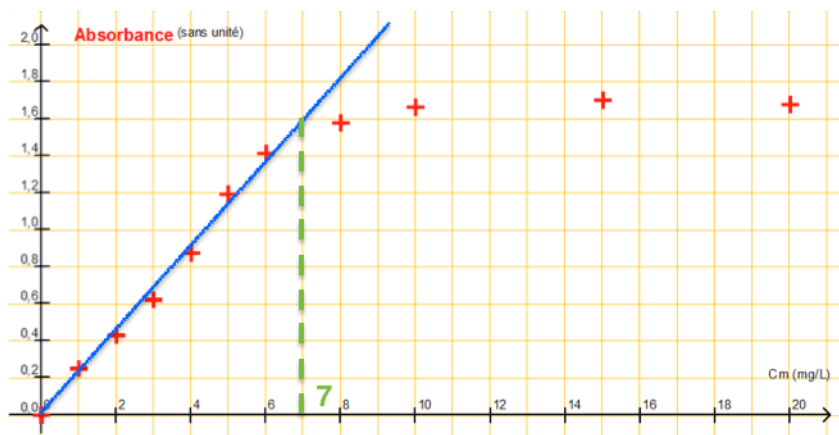
Il faut prendre une pipette jaugée de 10,0 mL et une fiole jaugée de 50,0 mL.

Protocole :

- Verser la solution mère dans un bécher
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée $V = 10,0$ mL de la solution mère
- Introduire V dans une fiole jaugée 50,0 mL
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge
- Homogénéiser la solution

2.2

Indication du fabricant : « Au-delà de 7 mg.L^{-1} les résultats du test peuvent s'avérer faux ».



L'absorbance est proportionnelle à la concentration pour des valeurs de $C_m < 7,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Au-delà, ce n'est plus proportionnel. Cette représentation est en accord avec la recommandation du fabricant.

2.3

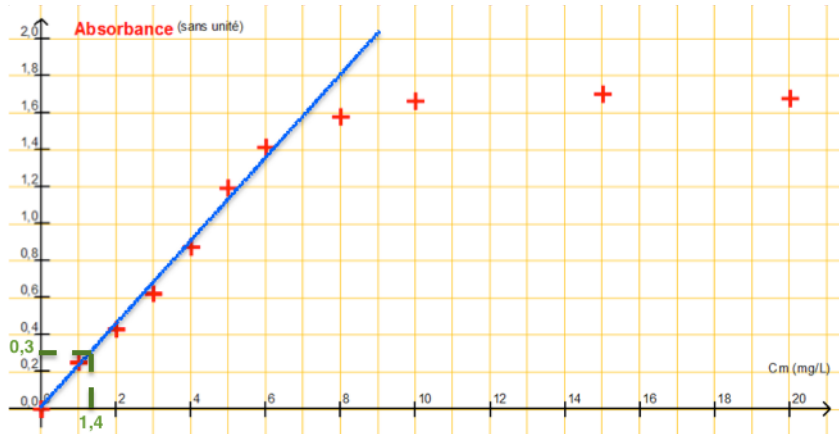
L'absorbance est proportionnelle à la concentration pour des valeurs de $C_m < 7,0 \text{ mgL}^{-1}$:

$$A = KC$$

C'est la loi de Beer Lambert.

3.

3.1



Graphiquement, pour $A = 0,3$, $C_m = 1,4 \text{ mgL}^{-1}$.

Comparons les valeurs des concentrations en masse en « chlore libre » obtenues par les deux méthodes :

Calculons l'écart relatif :

$$\frac{1,5 - 1,4}{1,5} = 0,07 = 7\%$$

« L'Agence Régionale de Santé pour l'entretien des piscines indique que pour un traitement et une désinfection efficace par chloration d'une eau de piscine, la concentration en masse du « chlore libre » doit être comprise entre 2 et 4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. »

La concentration en masse en « chlore libre » $C_m = 1,5 \text{ mgL}^{-1}$ n'est donc pas suffisante pour assurer une stérilisation efficace de la piscine.

3.2

Calculons le volume de la piscine :

L'air d'un trapèze :

$$A = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

Avec :

- B la grande base, ici $B = \text{Profondeur maxi} = 2,5 \text{ m}$
- b la petite base, ici $b = \text{Profondeur mini} = 1,5 \text{ m}$
- h la longueur de la piscine, ici $h = L = 8 \text{ m}$

Soit :

$$A = \frac{(P_{\text{maxi}} + P_{\text{mini}}) \times L}{2}$$

Volume de la piscine :

$$V = A \times l$$

Avec :

- A l'air
- l la largeur de la piscine, ici $l = 4 \text{ m}$

$$V = \frac{(P_{\text{maxi}} + P_{\text{mini}}) \times L}{2} \times l$$
$$V = \frac{(2,5 + 1,5) \times 8}{2} \times 4 = 64 \text{ m}^3$$

Le nombre de galets de 20 g de chlore libre conviendrait-il de rajouter dépend de la masse de chlore libre à ajouter :

$$m_{\text{ajouter}} = m_{\text{minimale}} - m_{\text{présente}}$$

Or

$$m = c_m \times V$$

d'où :

$$m_{\text{ajouter}} = C_{m_{\text{minimale}}} \times V - C_{m_{\text{présente}}} \times V$$

$$m_{\text{ajouter}} = (C_{m_{\text{minimale}}} - C_{m_{\text{présente}}}) \times V$$

$$m_{\text{ajouter}} = (2 - 1,5) \cdot 10^{-3} \times 64 \cdot 10^3$$

$$m_{\text{ajouter}} = 32 \text{ g}$$

La masse à ajouter est la masse minimale.

1 galet a une masse de 20 g. Il faut ajouter 2 galets.