

Contrôle 2 : corrigé

Données :

Quelques masses molaires (g.mol⁻¹): M_C = 12; M_O = 16 ; M_H = 1 ; M_N = 14

I - Quantités de matière, et dilution

L'aspartame C₁₄H₁₈N₂O₅ est une substance utilisée dans l'industrie agro-alimentaire car elle dispose d'un pouvoir sucrant 200 fois supérieur à masse équivalente au sucre classique ou saccharose C₁₂H₂₂O₁₁. Elle a de plus l'avantage de ne pas avoir d'apport calorique, d'où son utilisation dans les produits « diététiques ».

On souhaite préparer V_{asp}=200mL d'une solution d'aspartame S_{asp} de pouvoir sucrant équivalent à une solution de saccharose de concentration c_{sac}= 5,0x10⁻¹mol.L⁻¹.

1) Calculer les masses molaires de l'aspartame et du saccharose

$$M_{asp} = 14xM_C + 18xM_H + 2xM_N + 5xM_O = 14x12 + 18x1 + 2x14 + 5x16 = 294 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{sac} = 12xM_C + 22xM_H + 11xM_O = 12x12 + 22x1 + 11x16 = 342 \text{ g.mol}^{-1}$$

2) Quelle quantité de matière de saccharose n_{sac} est présente dans 200mL d'une solution S_{sac} de concentration c_{sac} ?

$$n_{sac} = c_{sac} \times V_{sac} = 5,0x10^{-1} \times 0,2 = 1,0x10^{-1} \text{ mol}$$

3) A quelle masse de saccharose m_{sac} cela correspond-il ?

$$m_{sac} = M_{sac} \times n_{sac} = 342 \times 1,0x10^{-1} = 34,2\text{g}$$

4) Quelle masse d'aspartame m_{asp} aurait le même pouvoir sucrant ?

Comme le pouvoir sucrant de l'aspartame est 200 fois plus grand, il en faudra une masse 200 fois plus faible, soit 34,2 ÷ 200 = 1,71x10⁻¹ g

5) A quelle quantité de matière n_{asp} cela correspond-il ? En déduire la concentration en aspartame c_{asp}.

$$n_{asp} = \frac{m_{asp}}{M_{asp}} = \frac{1,71 \times 10^{-1}}{294} = 5,82 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{et donc} \quad c_{asp} = \frac{n_{asp}}{V_{asp}} = \frac{5,82 \times 10^{-4}}{0,2} = 2,91 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

On considère que le volume trouvé précédemment est suffisamment proche de 3,0x10⁻⁵mol.L⁻¹. On dispose d'une solution mère S_M d'aspartame de concentration c_M= 2,5x10⁻⁴ mol.L⁻¹.

6) Quel volume de solution mère V_M doit-on prélever pour préparer S_{asp} ?

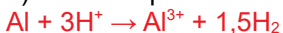
Pour plus de détail, voir le cours. Il suffit d'utiliser la relation : $c_{mere} \times V_{mere} = c_{fille} \times V_{fille}$

$$\text{Dans notre cas : } V_{mere} = \frac{c_{fille} \times V_{fille}}{c_{mere}} = \frac{3,0 \times 10^{-3} \times 0,2}{7,5 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-3} \text{ L} = 8 \text{ mL}$$

II - Tableau d'avancement

La réaction entre l'acide chlorhydrique et l'aluminium est une réaction très violente dont vous ne manquerez pas de trouver de nombreuses vidéos sur YouTube. Lorsque l'on plonge une petite feuille d'aluminium (3g) dans une solution d'acide chlorhydrique (H⁺, Cl⁻) (c = 1,5 mol.L⁻¹ et V=150mL) on observe très rapidement un dégagement gazeux de dihydrogène H₂. Dans la solution, l'aluminium métal Al disparaît et se transforme en ions Al³⁺.

1) Ecrire l'équation de réaction et l'équilibrer. (les ions chlorure Cl⁻ sont spectateurs, inutile de les écrire)



2) Calculer les quantités initiales d'aluminium et d'ion H⁺

$$n_{Al} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} = \frac{3}{27} = 1,11 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$n_{H^+} = c_{H^+} \times V_{H^+} = 1,5 \times 0,15 = 2,25 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

3) Établir le tableau d'avancement de la réaction

	Al	+	3H ⁺	→	Al ³⁺	+	1,5H ₂
x=0	n _{Al}		n _{H⁺}		0		0
x	n _{Al} - x		n _{H⁺} - 3x		x		1,5x
	1,11x10 ⁻¹ - 7,5x10 ⁻² = 3,6x10 ⁻²		0		7,5x10 ⁻²		7,5x10 ⁻² x 1,5 = 1,13x10 ⁻¹

Recherche de x_{max}

$$n_{Al} - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = n_{Al} = 1,11x10^{-1} \text{ mol}$$

$$n_{H^+} - 3x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = n_{H^+} / 3 = 7,5x10^{-2} \text{ mol}$$

H⁺ est le réactif limitant

4) En déduire le réactif limitant, puis indiquer les quantités produites et restantes des différentes substances

voir le tableau

Le volume molaire d'un gaz ne dépend que de la température et de la pression. A température et pression ambiantes, le volume molaire d'un gaz est de 22,4L.mol⁻¹.

5) En vous basant sur l'information précédente et les résultats de la question 4, calculer le volume de dihydrogène H₂ produit par la réaction.

$$V_{gaz} = V_M \times n = 1,13x10^{-1} \times 22,4 = 2,53 \text{ L}$$

III - Droite d'étalonnage

On souhaite déterminer par colorimétrie la concentration en diiode I_2 d'une solution S_M de Bétadine.

Pour cela on réalise des solutions-étalon ($S_1 \rightarrow S_4$) de concentration en diiode connue :

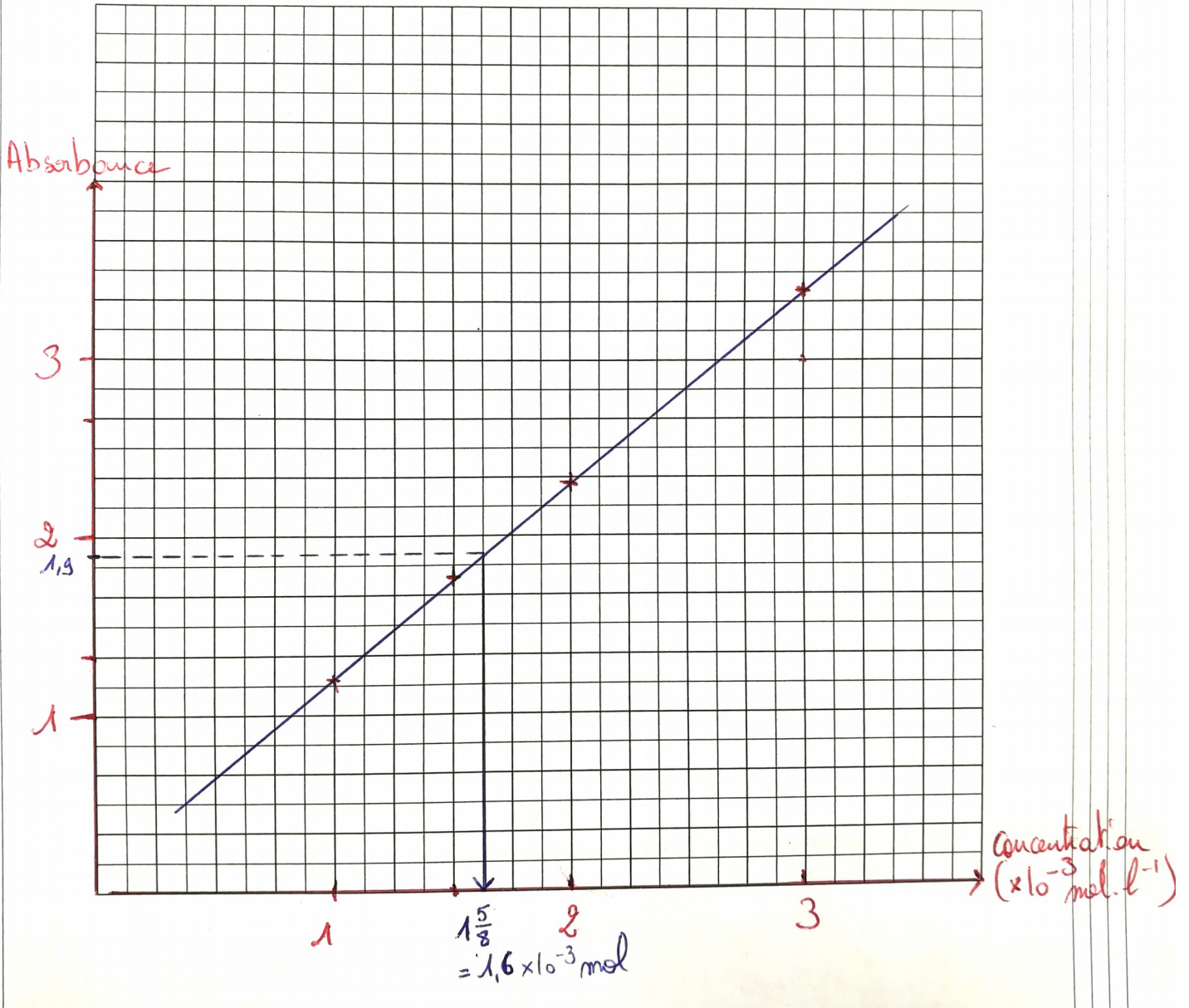
$c_1 = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $c_2 = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $c_3 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $c_4 = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On mesure ensuite à l'aide d'un colorimètre leur absorbance pour $\lambda = 500 \text{ nm}$ et l'on obtient :

$A_1 = 3,4$; $A_2 = 2,3$; $A_3 = 1,75$; $A_4 = 1,2$

La Bétadine étant bien trop concentrée pour être directement mesurable, on choisit de la diluer 25 fois pour obtenir une solution fille S_f , dont mesure l'absorbance $A_f = 1,9$

1) Sur le quadrillage fourni, placer les points de mesure en choisissant l'échelle la plus appropriée et en l'indiquant. (abscisses \rightarrow concentration ; ordonnées \rightarrow absorbance).



2) En justifiant votre démarche, déterminez la concentration de la solution S_f .

On remarque que les points sont assez bien alignés, on trace donc la droite passant au plus près de ces points. On projette horizontalement l'absorbance de la solution de bétadine sur la droite tracée puis par projection verticale on lit la valeur de la concentration correspondante :

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

La concentration en diiode indiquée sur le flacon de Bétadine est $c_M = 4,2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

3) Cette concentration est-elle compatible avec nos mesures ?

La solution mère est 25 fois plus concentrée que la solution fille, on a donc

$c_M = 25 \times c_f = 25 \times 1,6 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le résultat est donc bien compatible avec la valeur affichée.