

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45

EXERCICE 1 : commun à tous les candidats (10 points)

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

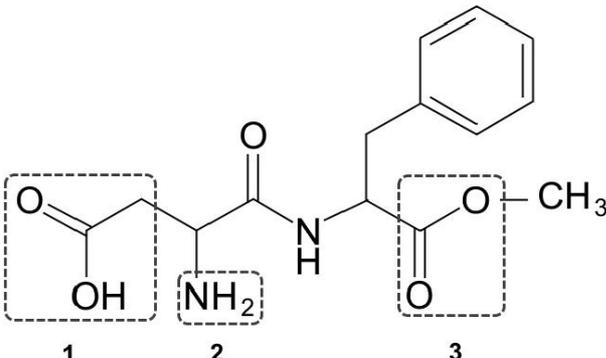
EXERCICE 1 commun à tous les candidats

La vitamine C sans sucre (10 points)

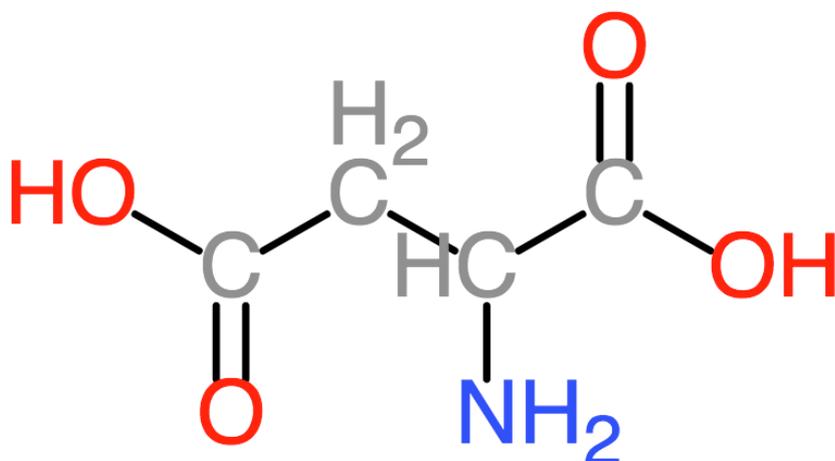
A. La molécule d'aspartame et un précurseur de sa synthèse, l'acide aspartique

A.1.

Exercice 1 – Question A.1.

Formule topologique de l'aspartame :	Familles fonctionnelles :
	1 : Acide carboxylique
	2 : Amine
	3 : Ester

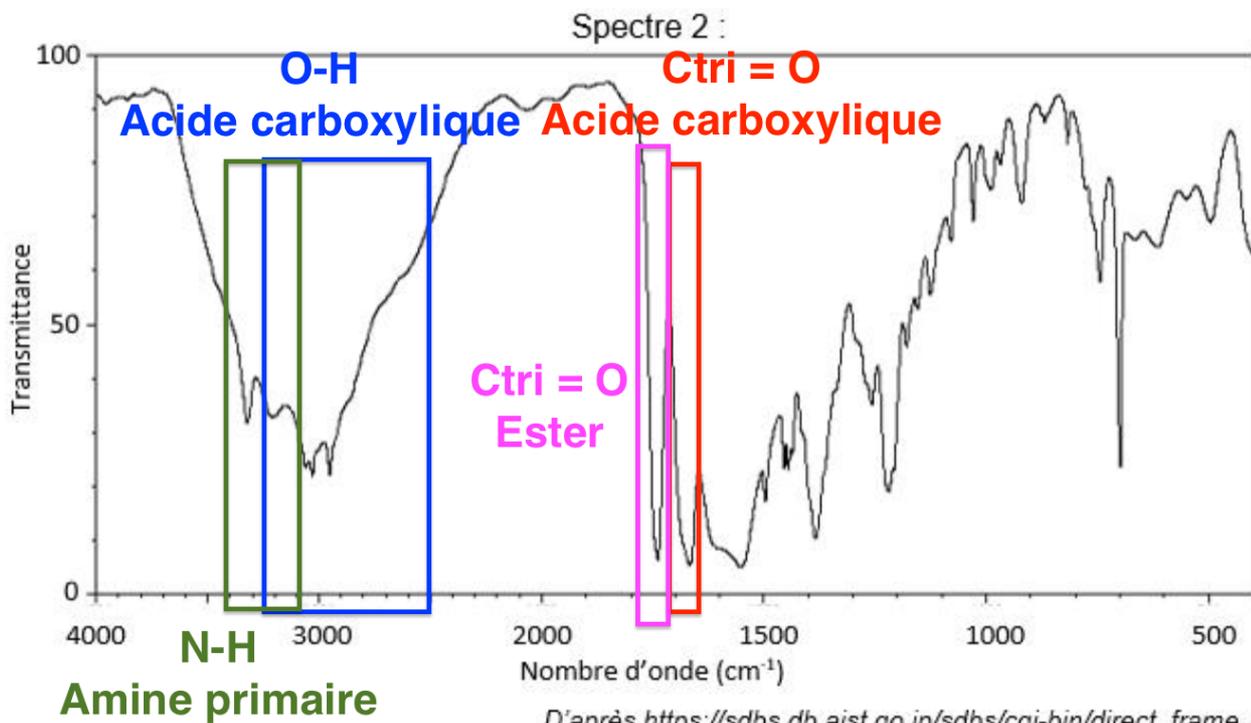
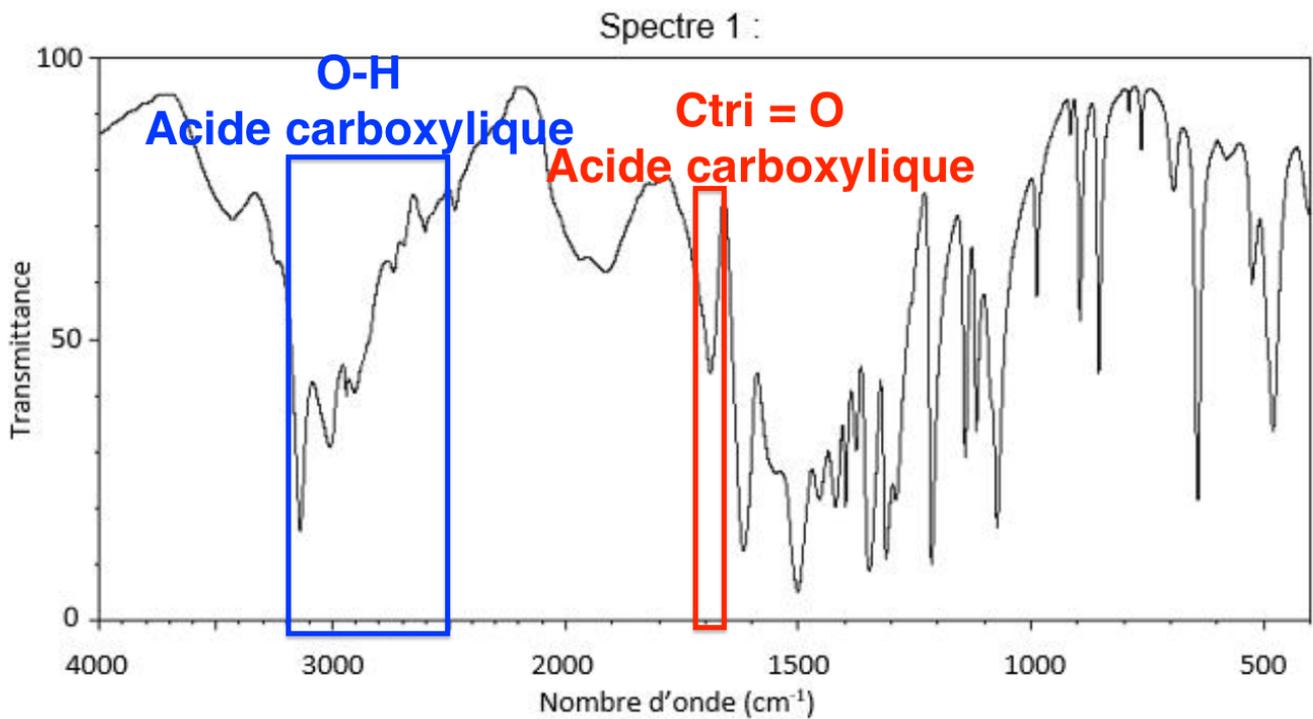
A.2.



A.3.

L'aspartame comporte :

- Ctri = O Acide carboxylique 1680 - 1710 cm^{-1}
- O-H Acide carboxylique 2500 - 3200 cm^{-1}
- N-H Amine primaire 3100 - 3500 cm^{-1} (2 bandes)
- Ctri = O Ester 1700 - 1740 cm^{-1}



D'après https://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

Le spectre 2 comporte toutes les liaisons attendues pour la molécule d'aspartame.

Remarque : le spectre 1 est celui de l'acide aspartique car il comporte les bandes caractéristiques des acides carboxyliques uniquement.

B. Une étape de la synthèse de l'aspartame

B.1.

$$n_B = \frac{m_B}{M_B}$$

Or

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B}$$

$$m_B = \rho_B \times V_B$$

D'où

$$n_B = \frac{\rho_B \times V_B}{M_B}$$

$$\frac{\rho_B \times V_B}{M_B} = n_B$$

$$V_B = \frac{n_B \times M_B}{\rho_B}$$

$$V_B = \frac{9,63 \cdot 10^{-3} \times 108}{1,04}$$

$$V_B = 1,0 \text{ mL}$$

B.2.

$$n_A = \frac{m_A}{M_A}$$

$$n_A = \frac{3,00}{267}$$

$$n_A = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\max 1} = n_A = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\max 2} = n_B = 9,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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

$$x_{\max} = x_{\max 2} = n_B = 9,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\eta_1 = \frac{m_{C \text{ exp}}}{m_{C \text{ théorique}}}$$

$$m_{C \text{ exp}} = 4,12 \text{ g}$$

$$m_{C \text{ théorique}} = x_{\max} \times M_C = 9,63 \cdot 10^{-3} \times 447 = 4,30 \text{ g}$$

$$\eta_1 = \frac{m_{C \text{ exp}}}{m_{C \text{ théorique}}}$$

$$\eta_1 = \frac{4,12}{4,30}$$

$$\eta_1 = 0,96$$

$$\eta_1 = 96\%$$

B.3.

La valeur du rendement du protocole 1 est supérieure à celle du protocole 2 car $n_{A1}^{\text{initial}} > n_{A2}^{\text{initial}}$: le réactif A est mis en excès dans le protocole 1.

Pour améliorer ce rendement on peut éliminer, au fur et à mesure de la réaction, un des produits.

B.4.

Le protocole 2 et le protocole 3 sont identiques en tout point concernant les quantités de matière. Cependant, en présence de palladium, la durée de réaction est réduite. Le palladium est un catalyseur : il permet d'accélérer la réaction.

C. L'acide ascorbique

C.1.

$$c = \frac{n}{V}$$

Or

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

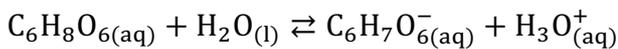
$$c = \frac{m}{M \times V}$$

$$c = \frac{0,50}{176 \times 200. 10^{-3}}$$

$$c = 1,4. 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

Proposition b.

C.2.



C.3.

	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_{6(\text{aq})}$	$+\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-_{(\text{aq})}$	$+\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
Etat initial	cV	Solvant	0	0
Etat final	$cV - x_{\text{eq}}$	Solvant	x_{eq}	x_{eq}

$$[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{eq}} = \frac{cV - x_{\text{eq}}}{V}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{eq}} = c - \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

Ainsi :

$$[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_{\text{eq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{eq}} = c - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$$

$$K_A = \frac{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{eq}} \times c^0}$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{(c - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}) \times c^0}$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2}{(c - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}) \times c^0}$$

C.4.

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2}{(c - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}) \times c^0}$$

Or $[\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 \times 10^{-\text{pH}}$

$$K_A = \frac{(c^0 \times 10^{-\text{pH}})^2}{(c - c^0 \times 10^{-\text{pH}}) \times c^0}$$

$$K_A = \frac{(1,0 \times 10^{-2,9})^2}{(1,4 \cdot 10^{-2} - 1,0 \times 10^{-2,9}) \times 1,0}$$

$$K_A = 1,2 \cdot 10^{-4}$$

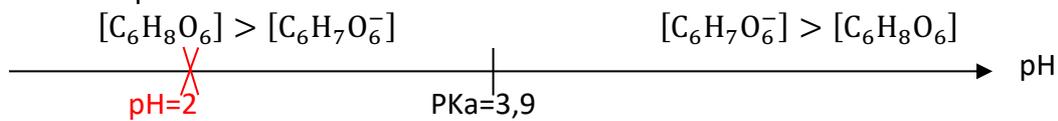
$$\text{p}K_A = -\log(K_A)$$

$$\text{p}K_A = -\log(1,2 \cdot 10^{-4})$$

$$\text{p}K_A = 3,9$$

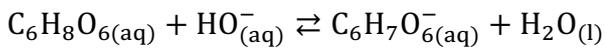
C.5.

Diagramme de prédominance

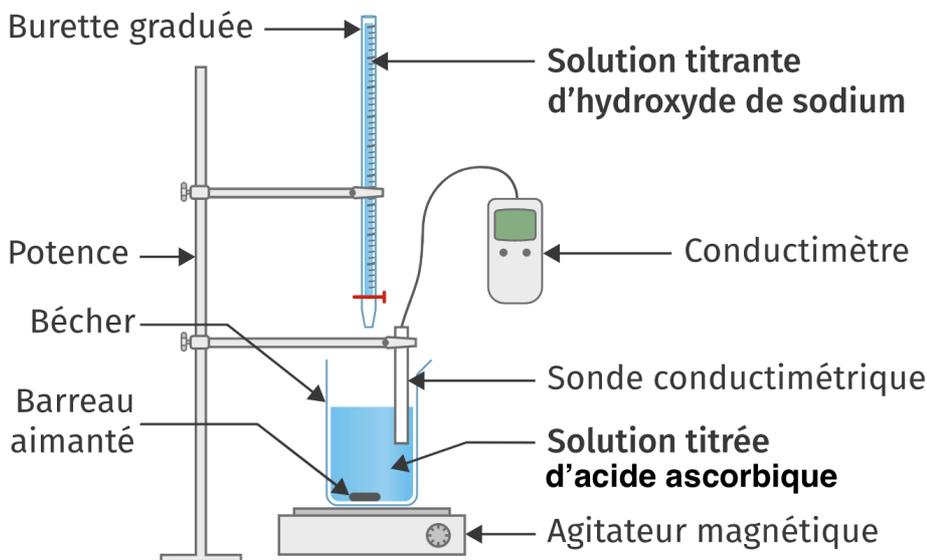


Dans l'estomac, pour $\text{pH} = 2$: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ est prédominant

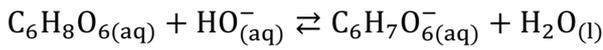
C.6.



C.7.



C.8.



Avant l'équivalence :

- les ions HO^- sont ajoutés et consommés immédiatement, ils constituent le réactif limitant, la concentration des ions HO^- est nulle.
- les ions Na^+ sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions Na^+ augmente.
- les ions $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ sont produits, la concentration des ions $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ augmente.

Ions	Avant l'équivalence
HO^-	0
Na^+	↗
$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	↗

La concentration des ions augmente, ainsi σ augmente donc avant l'équivalence.

Après l'équivalence :

- les ions HO^- sont ajoutés et ne sont plus consommés, la concentration des ions HO^- augmente.
- les ions Na^+ sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions Na^+ augmente.
- les ions $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ ne sont plus produits, la concentration des ions $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ est constante.

Ions	Après l'équivalence
HO^-	↗
Na^+	↗
$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	=

La concentration des ions augmente, ainsi σ augmente donc après l'équivalence.

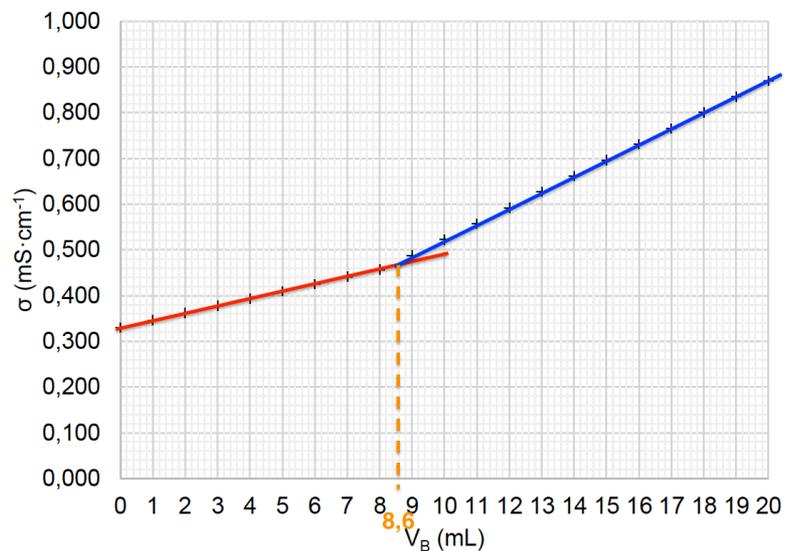
C.9.

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$
$$c \times V = c_B \times V_{\text{eq}}$$
$$c = \frac{c_B \times V_{\text{eq}}}{V}$$

Par lecture graphique $V_{\text{eq}} = 8,6 \text{ mL}$

$$c = \frac{2,00 \cdot 10^{-2} \times 8,6 \cdot 10^{-3}}{40,0 \cdot 10^{-3}}$$
$$c = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



C.10.

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

$$m = n_0 \times M$$

Or

$$c = \frac{n_0}{V_0}$$

$$n_0 = c \times V_0$$

D'ou

$$m = c \times V_0 \times M$$

$$m = 4,3 \cdot 10^{-3} \times 250 \cdot 10^{-3} \times 176$$

$$m = 0,19 \text{ g}$$

C.11.

L'incertitude porte sur le deuxième chiffre après la virgule :

$$m = 0,19 \pm 0,01 \text{ g}$$

C.12.

$$\frac{|m - m_{\text{ref}}|}{u(m)} = \frac{|0,19 - 0,200|}{0,01}$$

$$\frac{|m - m_{\text{ref}}|}{u(m)} = 1$$

Le z-score est inférieur à 2 : la mesure est compatible à la valeur de référence.