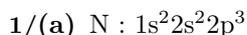


Bon courage!

I- Autour de l'azote

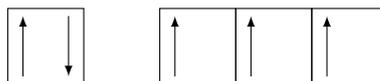
A) Architecture de la matière

1/



1/(b) Les électrons de valence sont les électrons des sous-couches 2s et 2p.

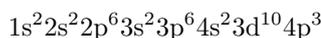
On les représente ainsi :



La règle de Hund nous invite à remplir tout d'abord toutes les cases d'une sous-couche par des électrons dont les spins sont dans le même sens avant de les appairer un à un. C'est pourquoi la sous-couche de gauche (2s) est totalement remplie tandis que celle de droite ne comporte qu'un électron par case.

1/(c) L'azote possède 3 électrons célibataires, il peut donc former trois liaisons ce qui lui permettrait de respecter la règle de l'octet.

1/(d) La configuration électronique de l'arsenic est :



L'arsenic possède la même configuration électronique de valence que l'azote (2 électrons sur la couche s et 3 sur la couche p). Ils sont donc de la même famille et donc dans la même colonne. Ici, l'arsenic est situé à la 4ème ligne, ce qui le situe deux lignes en dessous de l'azote.

2/

2/(a) L'azote forme trois liaisons, la formule de Lewis suivante fonctionne donc :

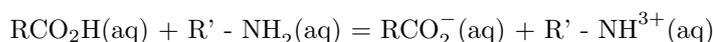


2/(b) Il n'y a aucune différence d'électronégativité entre les deux atomes d'azote, on peut donc en déduire qu'aucun moment dipolaire ne se crée sur cette molécule qui est donc apolaire.

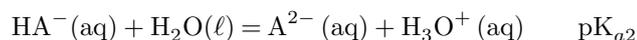
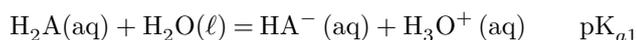
3/ Hum... Vous pouvez remercier Mattéo pour cet éclair d'humour.

B) Étude d'un acide α -aminé : la glycine

4/ L'équation-bilan est la suivante :

5/ En solution aqueuse, les fonctions amine $-\text{NH}_2$ et acide carboxylique COOH de la glycine réagissent entre eux pour former respectivement l'acide et la base conjuguées. À un pH plutôt neutre, on se trouve ainsi dans le domaine de prédominance des formes ioniques pour ces fonctions.6/ HA^\pm est une espèce amphotère.

7/ On a les équilibres suivants dans l'eau :



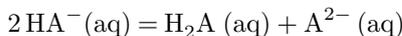
8/ On trace ci-dessous le diagramme de prédominance pour les espèces en solution :



9/ Nous cherchons c la concentration en glycine à l'instant initial. On la calcule grâce à la donnée de l'énoncé. Une masse m de glycine a été introduite dans un volume V d'eau, et, sachant que la masse molaire de la glycine est : $M(\text{gly}) = 2 \times 12 + 2 \times 16 + 14 + 5 \times 1 = 75,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, on peut en déduire la quantité de matière n en glycine introduite puis la concentration molaire de la solution obtenue en glycine c :

$$n = \frac{m}{M(\text{gly})} \quad \text{soit} \quad c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} \quad \text{AN : } \boxed{c = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

10/ La réaction la plus favorisée a lieu entre l'acide le plus fort, ici la glycine, et la base la plus forte, toujours la glycine :



La constante d'équilibre de cette réaction est donnée par la loi d'action des masses :

$$K^{\circ} = \frac{[\text{H}_2\text{A}]_{\text{éq}}[\text{A}^{2-}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}^{-}]_{\text{éq}}^2} = \frac{[\text{H}_2\text{A}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}^{-}]_{\text{éq}}[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}}} \frac{[\text{A}^{2-}]_{\text{éq}}[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}^{-}]_{\text{éq}}} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}}$$

L'application numérique donne : $K^{\circ} = 10^{7,2} > 10^4$. La réaction est donc quasi-totale.

Dressons le tableau d'avancement de cette transformation :

	$2 \text{HA}^{-}(\text{aq})$	$=$	$\text{H}_2\text{A}(\text{aq})$	$+$	$\text{A}^{2-}(\text{aq})$
Etat initial	c		0		0
Etat final (équilibre)	$c - x_{\text{éq}} \approx \varepsilon$		$x_{\text{éq}} \approx c$		$x_{\text{éq}} \approx c$

La loi d'action des masses nous donne ainsi :

$$K^{\circ} = \frac{c^2}{\varepsilon^2} \quad \text{soit} \quad \frac{c}{\varepsilon} = \sqrt{K^{\circ}}$$

De plus, la constante d'acidité du couple 1, s'exprime :

$$K_{a1} = \frac{c[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}}}{\varepsilon} \quad \text{soit} \quad [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}} = K_{a1}/\sqrt{K^{\circ}}$$

Ainsi, d'après l'expression de K° trouvée plus tôt, on obtient :

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}} = \sqrt{K_{a1}K_{a2}} \quad \text{ce qui donne} \quad \text{pH} = (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2})/2$$

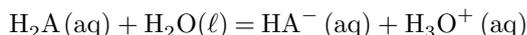
L'application numérique donne : $\boxed{\text{pH}_{\text{éq}} = 5,97}$. L'espèce prédominante est donc HA^{-} .

11/ Nous allons ici procéder de manière analogue, mis à part que cette fois, l'espèce introduite est l'acide H_2A^{+} sous forme de solide ionique (cela changera donc également la masse molaire de l'espèce introduite).

On trace tout d'abord le diagramme de prédominance pour les espèces en solution :



La réaction la plus favorisée a lieu entre l'acide le plus fort, ici H_2A , et la base la plus forte, ici l'eau :



La constante d'équilibre de cette réaction est la constante d'acidité du couple, K_{a1} dont la valeur est comprise entre 10^{-4} et 10^4 , la réaction est donc équilibrée.

Dressons le tableau d'avancement de cette transformation :

	$\text{H}_2\text{A}(\text{aq})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	$=$	$\text{HA}^{-}(\text{aq})$	$+$	$\text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq})$
Etat initial	c		Solvant		0		0
Etat final (équilibre)	$c - x_{\text{éq}}$		Solvant		$x_{\text{éq}}$		$x_{\text{éq}}$

Ici, c est la concentration en glycine à l'instant initial. On la calcule grâce à la donnée de l'énoncé. Une masse m de chlorhydrate de glycine a été introduite dans un volume V d'eau, et, sachant que la masse molaire de la glycine est : $M(\text{chgly}) = 2 \times 12 + 2 \times 16 + 14 + 5 \times 1 + 35,5 = 110,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, on peut en déduire la quantité de matière n en glycine introduite puis la concentration molaire de la solution obtenue en glycine c :

$$n = \frac{m}{M(\text{chgly})} \quad \text{soit} \quad c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M(\text{chgly})V} \quad \text{AN : } c = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La loi d'action des masses nous donne ainsi :

$$K_{a1} = \frac{x_{\text{éq}}^2}{c - x_{\text{éq}}}$$

On obtient ainsi l'équation suivante :

$$x_{\text{éq}}^2 + K_{a1}x_{\text{éq}} - K_{a1}c$$

La résolution de cette équation donne :

$$x_{\text{éq}} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Ainsi, on en déduit le $\text{pH}_{\text{éq}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 1,55$.

- 12/ Les deux solutions sont dans les zones de prédominance de H_2A et HA^- au moins. On peut donc oublier le deuxième couple, le problème s'en trouve ainsi bien simplifié!

Les différentes espèces sont diluées, il nous faut donc trouver leurs concentrations avant réaction dans la solution C :

Espèces	HA^-	H_2A	H_3O^+
c Solution A (mol/L)	0,20	0	$10^{-5,97}$
c Solution B (mol/L)	0,028	0,172	0,028
Concentration initiale (mol/L)	0,114	0,086	0,014
	c_1	c_2	c_3

La dernière ligne du tableau est obtenue en sommant les quantités de matière des espèces et en divisant par le volume total soit le double des volumes respectifs des solutions A et B .

La concentration totale de la solution C en glycine est donc de $0,2 \text{ mol/L}$.

- 13/ Dressons le tableau d'avancement de la réaction entre l'acide et l'eau :

	$\text{H}_2\text{A}(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	=	HA^-	+	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
Etat initial	c_2		Solvant		c_1		c_3
Etat final (équilibre)	$c_2 - x_{\text{éq}}$		Solvant		$c_1 + x_{\text{éq}}$		$c_3 + x_{\text{éq}}$

Ainsi, en utilisant l'expression de la constante d'acidité :

$$K_{a1} = \frac{[\text{HA}^-]_{\text{éq}}[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{H}_2\text{A}]_{\text{éq}}} = \frac{(c_1 + x_{\text{éq}})(c_3 + x_{\text{éq}})}{c_2 - x_{\text{éq}}}$$

On peut donc isoler $x_{\text{éq}}$ en développant et obtenir l'équation suivante :

$$x_{\text{éq}}^2 + (c_3 + c_1 + K_{a1})x_{\text{éq}} + c_3c_1 - K_{a1}c_2 = 0$$

Soit, numériquement :

$$x_{\text{éq}}^2 + 0,13x_{\text{éq}} + 1,2 \cdot 10^{-3} = 0$$

La résolution renvoie une seule solution valable qui est positive : $x_{\text{éq}} = -0,0098 \text{ mol/L}$

On obtient donc : $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ soit $\text{pH}_{\text{éq}} = 2,46$.

On peut en déduire également : $[\text{HA}^-]_{\text{éq}} = 0,104 \text{ mol/L}$ et $[\text{H}_2\text{A}]_{\text{éq}} = 0,096 \text{ mol/L}$

- 14/ Le diagramme de prédominance de la glycine est ici :



La forme prédominante à pH=8,5 est donc la glycine sous forme HA⁻. Le pH est donné dans l'énoncé.

- 15/ On remarque également que HA⁻ est majoritaire. On peut donc approximer : [HA⁻] ≈ 0,20 mol/L. Ainsi, d'après la loi d'action des masses :

$$K_{a,1} = \frac{[\text{HA}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{A}]} \quad \text{d'où} [\text{H}_2\text{A}] =$$