Amérique du nord 1998 - **L'acide benzoïque** - ? points

Calculatrice autorisée - $?min$

L'acide benzoïque est un solide blanc de formule C_6H_5COOH peu soluble dans l'eau ; c'est un conservateur utilisé dans l'industrie alimentaire, en particulier dans les boissons, où il est désigné par son code européen « E 210 ».

Données : produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$ à $25\,°C$.

I.

On dispose d'une solution A d'acide benzoïque de concentration $C_A = 1,0.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

1. Quelle est la masse d'acide benzoïque utilisé pour préaprer $500\,mL$ de solution A ?
2. Rappeler les définitions d'un acide et d'une base.
   Quelle est la formule de l'ion benzoate, base conjuguée de l'acide benzoïque ?
3. Le pH de la solution A est égal à $3,1$. S'agit-il d'un acide fort ou d'un acide faible ? Justifier.
4. Le pKa du couple acide benzoïque/ion benzoate est $pKa_1 = 4,20$ à $25\,°C$.
   a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.
   b) Quelle est la valeur de la constante de réaction K_1 correspondante ? Conclure.
   c) Quelle est l'espèce chimique prédominante (acide benzoïque ou ion benzoate) dans la solution étudiée ($pH = 3,1$) ?

II.

Dans un volume $v_A = 20,0\,mL$ de solution A, on verse progressivement une solution B de soude (ou hydroxyde de sodium) de concentration $C_B = 2,0 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'ion hydroxyde.
2. Cette réaction est-elle totale ? Justifier.
3. Le pH à l'équivalence est-il inférieur, égal ou supérieur à 7 ? Justifer sans calcul.
   Déterminer le volume v_B de solution de soude versé par l'équivalence.
   Doner, sans calcul, la valeur du pH du mélange pour $v_B = \dfrac{v_{BE}}{2}$.

III.

On mélange un volume $v_A = 20,0\,mL$ de solution A et un volume $v'_B = 8,0\,mL$ de solution B' d'éthylamine de concentration : $C'_B = 2,0 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

L'éthylamine est une base faible de formule $C_2H_5NH_2$ dont l'acide conjugé est l'ion éthylammonium de formule $C_2H_5NH_3^+$.

Le pKa du couple $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$ est $pKa_2 = 10,7$.

1. Placer sur une échelle de pKa les couples acide-base en présence dans le mélange.
2. Idéntifier à la lecture de ce classement la réaction qui a la plus grande constante et écire son équation-bilan.
3. Cette réaction est-elle totale ? Justifier. En déduire la concentration des ions benzoate dans le mélange.