



EX1 Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses. Corriger celles qui sont fausses.

1. L'équivalence d'un titrage colorimétrique est repérée grâce à ~~une droite d'étalonnage~~ **un changement de couleur dans le bécher ou l'erlenmeyer.**
2. Lors d'un titrage, on utilise une ~~éprouvette graduée~~ **pipette jaugée** pour effectuer le prélèvement de l'espèce titrée.
3. Lors d'un titrage, la solution titrante se trouve dans la burette et l'espèce titrée dans un bécher ou un erlenmeyer. **VRAI**
4. A l'équivalence d'un titrage, les quantités de matière des réactifs ont été introduites ~~en proportions égales~~ **dans les proportions stœchiométriques.**
5. Lors du titrage d'une base par un acide, le pH diminue. **VRAI**

EX2 Choisir la(es) bonne(s) réponse(s).

1. Une réaction chimique support d'un titrage doit être :
 - lente et totale.
 - rapide et totale.**
 - rapide et limitée.
2. Lors d'un titrage, la solution titrante se trouve dans :
 - la pipette jaugée
 - le bécher
 - la burette graduée**
3. Avant l'équivalence d'un titrage, le réactif limitant est :
 - le réactif titrant**
 - le réactif titré
 - aucun des deux
4. Lors d'un titrage dont l'équation support s'écrit : $a A + b B \rightarrow c C + d D$, la relation à l'équivalence s'écrit :
 - $n_0(A) = n_0(B)$
 - $\frac{n_0(C)}{c} = \frac{n_0(A)}{a}$
 - $b \times n_0(A) = a \times n_0(B)$**

EX3 Titrage d'une solution d'acide éthanóique

On réalise le titrage de $V_0 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'acide éthanóique CH_3COOH retrouvée dans un flacon au laboratoire avec une étiquette partiellement arrachée. On souhaite retrouver la valeur de la concentration de cette solution. On la titre par une solution notée B à la concentration $c_{\text{titrant}} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume de solution B versé à l'équivalence est $V_E = 10,0 \text{ mL}$.

Couples acide/base mis en jeu : $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$ $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} / \text{HO}^-_{(\text{aq})}$

- a. Identifier** parmi les données, l'espèce chimique qui correspond à l'espèce titrante B.
- b. Citer** les différentes techniques qu'il est possible de mettre en œuvre pour repérer l'équivalence.
- c. Ecrire** l'équation chimique de la réaction support du titrage.
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- d. En déduire** les relations à l'équivalence : celle entre les quantité de matière puis celle qui relie les volumes et les concentration des solutions titrante et titrée.

$$\frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{1} = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{1}$$
$$c_{\text{titrée}} \times V_0 = c_{\text{titrant}} \times V_E$$

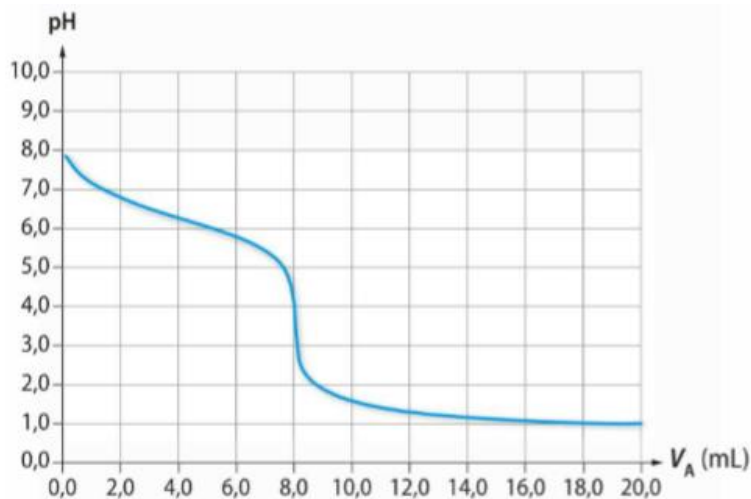
- e. Déterminer** la valeur de la concentration en acide éthanóique dans le flacon étudié.

$$c_{\text{titrée}} = \frac{c_{\text{titrant}} \times V_E}{V_0}$$

EX4 Vérification de l'indication d'une étiquette

Sur l'étiquette d'une poche à perfuser, on trouve les indications ci-contre. On souhaite vérifier la concentration en bicarbonate, ou ion hydrogénocarbonate HCO_3^- , indiquée. Pour cela, on prélève un volume $V = 20,0 \text{ mL}$ de solution à perfuser que l'on dose par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_A = 0,40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

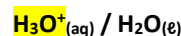
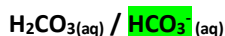
La courbe de titrage obtenue est la suivante :



Solution injectable par voie intraveineuse par perfusion
Bicarbonate de sodium : 1,4 g
Eau : 100 mL
Sodium : $0,166 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
Bicarbonate : $0,166 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
pH : 7,0 – 8,5

1. **Nommer** la technique utilisée pour suivre le titrage.
2. **Identifier** le réactif titrant et le réactif titré.
3. Pour procéder au titrage, on utilise, entre autres, une pipette jaugée et un becher.
 - 3.1. **Expliquer** à quoi sert la pipette jaugée.
 - 3.2. **Indiquer** la solution qu'il faut introduire initialement dans le becher.
 - 3.3. **Réaliser** un schéma annoté du montage.

Couples acide/base mis en jeu :



4. **Appliquer** la méthode des tangentes pour déterminer la valeur V_E du volume versé à l'équivalence.
5. **Ecrire** l'équation chimique de la réaction support du titrage.
6. **En déduire** les relations à l'équivalence : celle entre les quantité de matière puis celle qui relie les volumes et les concentration des solutions titrante et titrée.

$$\frac{n_0(\text{HCO}_3^-)}{1} = \frac{n_E(\text{H}_3\text{O}^+)}{1}$$

$$c_{\text{titrée}} \times V_0 = c_{\text{titrant}} \times V_E$$

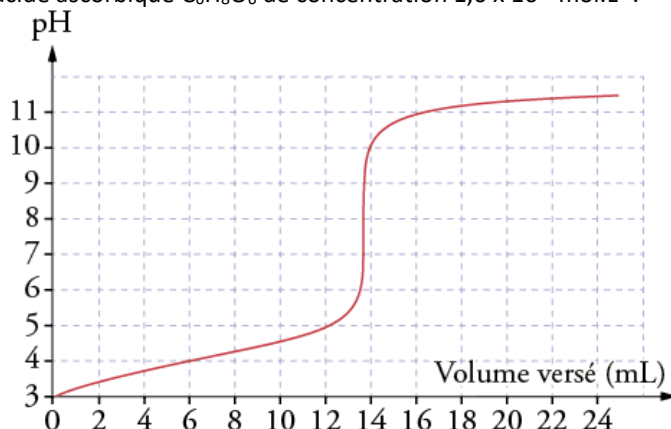
$$c_{\text{titrée}} = \frac{c_{\text{titrant}} \times V_E}{V_0}$$

7. **Déterminer** la valeur de la concentration en ion hydrogénocarbonate la poche étudiée.

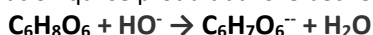
$$c_{\text{titrée}} = \frac{c_{\text{titrant}} \times V_E}{V_0} = \frac{0,40 \times 8,0}{20} = 0,16 \text{ mol/L}$$

EX5 Estimation de la valeur du pK_A de l'acide ascorbique par analyse d'une courbe de dosage pH-métrique

La courbe ci-dessous a été obtenue par ajout à la burette d'une solution d'hydroxyde de sodium $[Na^+ + HO^-]$ dans un becher dans lequel on a initialement introduit 20,0 mL d'une solution d'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ de concentration $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.



L'équation qui se produit dans le becher est :



- Calculer la quantité de matière initiale en acide ascorbique $C_6H_8O_6$ dans le becher.
 $n_A = c \times V = 1,0 \times 10^{-2} \times 0,0200 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- Que vaut cette quantité de matière à l'équivalence ?
 $n_A = 0$ car tout a été consommé...
 En quelle espèce l'acide ascorbique s'est-il transformé lorsqu'on a ajouté la solution d'hydroxyde de sodium ?
 $C_6H_7O_6^-$
- A quel moment du titrage peut-on écrire $[C_6H_8O_6] = [C_6H_7O_6^-]$ dans le becher. Argumenter la réponse.
 Lorsque le volume versé est égale à 0, le becher contient $C_6H_8O_6$
 Lorsque le volume versé est égale à V_E , le becher contient $C_6H_7O_6^-$
 Lorsque le volume versé est égale à $V_E/2$ $[C_6H_8O_6] = [C_6H_7O_6^-]$
 A quelle valeur particulière est alors égal le pH ?
 Dans ce cas (voir S7) $pH = pK_A$
- Déterminer graphiquement la valeur du pK_A du couple $C_6H_8O_6$.
 $V_E \approx 14 \text{ mL}$ donc $V_E/2 \approx 7 \text{ mL}$ d'après la courbe $pK_A = pH \approx 4$

EX6 Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses. Corriger celles qui sont fausses.

- La courbe pH-métrique du titrage d'un acide faible AH par une base forte permet de déterminer le pK_a du couple AH/A⁻.
vrai
- Le pK_a du couple BH/B⁻ est repéré à la demi-équivalence sur une courbe de titrage pH-métrique.
- Le pK_a du couple CH/C⁻ est repéré à la demi-équivalence sur une courbe de titrage pH-métrique.
vrai
- A l'équivalence d'un titrage acido-basique, le pH est toujours neutre.

EX7 Choix de l'indicateur coloré pour un titrage colorimétrique

- Est-il possible de repérer l'équivalence d'un titrage sans utiliser d'indicateur coloré
Oui avec un suivi pH-métrique
- On souhaite titrer une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique. Le pH à l'équivalence vaut 7.
 - Choisir l'indicateur coloré adapté à ce titrage. Argumenter la réponse.
On choisit le BBT car sa zone de virage (entre 6,0 et 7,6) contient la valeur du pH à l'équivalence.
 - Préciser la couleur de la solution dans le becher avant et après l'équivalence.

| Indicateur | Teinte acide | Zone de virage Teinte sensible | | Teinte basique |
|---------------------|--------------|-----------------------------------|-----|----------------|
| Hélianthine | Rouge | 3,1 | 4,4 | Jaune |
| Bleu de bromothymol | Jaune | 6,0 | 7,6 | Bleu |
| Phénolphthaleïne | Incolore | 8,2 | 10 | Rouge violacé |

Avant : le becher contient une solution basique d'où une couleur bleue

Après : la solution est devenue acide d'où une couleur jaune

- Mêmes questions dans le cas du titrage d'une solution d'acide éthanöique par une solution d'hydroxyde de sodium ($pH_E = 8$).
On choisit la phénolphthaleïne car sa zone de virage est la plus proche de la valeur du pH à l'équivalence. (incolore au départ puis violet)