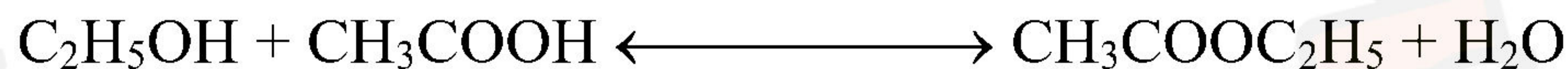
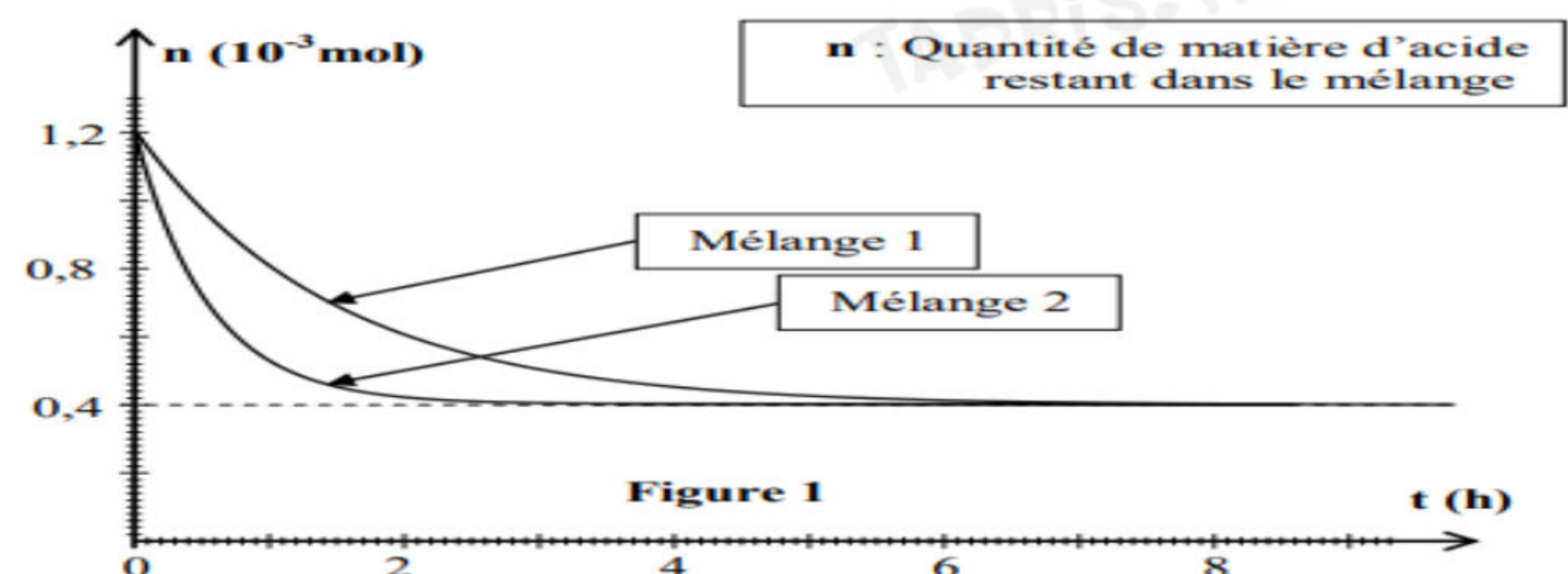


Série estérification**Exercice n°1**

On réalise deux mélanges contenant chacun n_0 mol d'acide éthanoïque et n_0 mol d'éthanol. Pour l'un d'entre eux, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. La transformation chimique est modélisée par l'équation :



Pour suivre l'évolution temporelle de chacun de ces deux systèmes chimiques, on dose d'heure en heure l'acide éthanoïque restant à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Les résultats des mesures sont portés par les courbes de la figure 1.



- 1) a- Énoncer la loi d'action de masse.
b- Interpréter macroscopiquement et microscopiquement l'état d'équilibre chimique.
- 2) a- Dresser le tableau d'avancement de l'évolution du système chimique correspondant au mélange 1.
b- Calculer la constante d'équilibre associée à la réaction d'estérification. Le volume réactionnel est supposé constant.
c- Calculer le taux d'avancement final de cette transformation.
- 3) Préciser, en justifiant, l'effet de l'acide sulfurique sur la valeur de la constante d'équilibre et sur le taux d'avancement final de la réaction
- 4) À l'instant de date $t = 4$ h, on ajoute $0,2 \cdot 10^{-3}$ mol d'eau et $0,2 \cdot 10^{-3}$ mol d'acide éthanoïque au mélange 2.
a- Préciser, en justifiant, le sens d'évolution spontané du système
b- Déterminer la composition du mélange 2 lorsqu'un nouvel état d'équilibre est atteint.

Exercice n°2

Une réaction d'estérification peut être réalisée entre l'acide éthanoïque ($\text{CH}_3 - \text{CO}_2\text{H}$) et l'éthanol

($\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$) en présence d'acide sulfurique. L'équation associée à la réaction modélisant cette estérification s'écrit : $\text{CH}_3 - \text{CO}_2\text{H} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{CO}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

La constante d'équilibre K associée à cette estérification est $K = 4$.

Dans un bécher placé dans un bain d'eau glacée, on introduit un volume V_A d'acide éthanoïque, un volume V_B d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

On donne : *Acide éthanoïque :- masse molaire $M = 60 \text{ g mol}^{-1}$
-masse volumique $\rho = 1,05 \text{ g cm}^{-3}$
* éthanol :- masse molaire $M = 46 \text{ g mol}^{-1}$
-masse volumique $\rho = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$

- 1) a- Indiquer pourquoi il est nécessaire de placer initialement le bécher dans un bain d'eau glacée
b- Justifier succinctement l'intérêt d'ajouter de l'acide sulfurique sachant qu'il ne participe pas à la transformation chimique étudiée.
- 2) Le mélange initial {acide + alcool} est équimolaire: la quantité d'acide introduite est égale à 0,20 mol. En utilisant les données, calculer les volumes V_A d'acide éthanoïque et V_B d'éthanol introduits dans le bécher.
- 3) Déterminer alors l'avancement maximal x_{max} de la réaction dans ces conditions.



4) Dans le cas d'une estérification qui serait réalisée à partir d'un mélange initial équimolaire de réactifs (0,20 mol d'éthanol et 0,20 mol d'acide éthanóïque).

a- Au bout d'une certaine durée, le système chimique est en état d' « équilibre dynamique ». Expliquer cette expression.

b- Dresser le tableau d'avancement correspondant à cette transformation chimique

c- Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre K correspondante. Déterminer la valeur de l'avancement x_{eq} à l'équilibre. Exprimer le taux d'avancement final τ_f de cette réaction puis le calculer.

d- Déterminer la composition du mélange final.

5) On réalise un nouveau mélange initial (0,50 mol d'éthanol et 0,20 mol d'acide éthanóïque).

a- Calculer la valeur de l'avancement x_{eq} à l'équilibre. En déduire le taux d'avancement final τ_f .

b- Conclure quant à l'influence des proportions initiales des réactifs sur le déplacement de l'équilibre.

Exercice 3

Le benzoate de méthyle est un ester utilisé en parfumerie. Il est possible de le synthétiser selon la réaction modélisée par l'équilibre suivant : Acide benzoïque + méthanol \rightleftharpoons benzoate de méthyle + eau

A $t=0s$ et dans un ballon surmonté d'un réfrigérant, montage dit « à reflux », on introduit $9.10^{-2}mol$ d'acide benzoïque et $9.10^{-2}mol$ de méthanol.

On chauffe le mélange pendant une durée suffisante pour que l'équilibre chimique soit atteint.

1. a. Donner le nom de la réaction se déroulant dans le mélange.

b. Justifier que le chauffage du mélange n'influe pas sur sa composition à l'équilibre chimique.

c. Préciser le rôle du réfrigérant dans cette expérience.

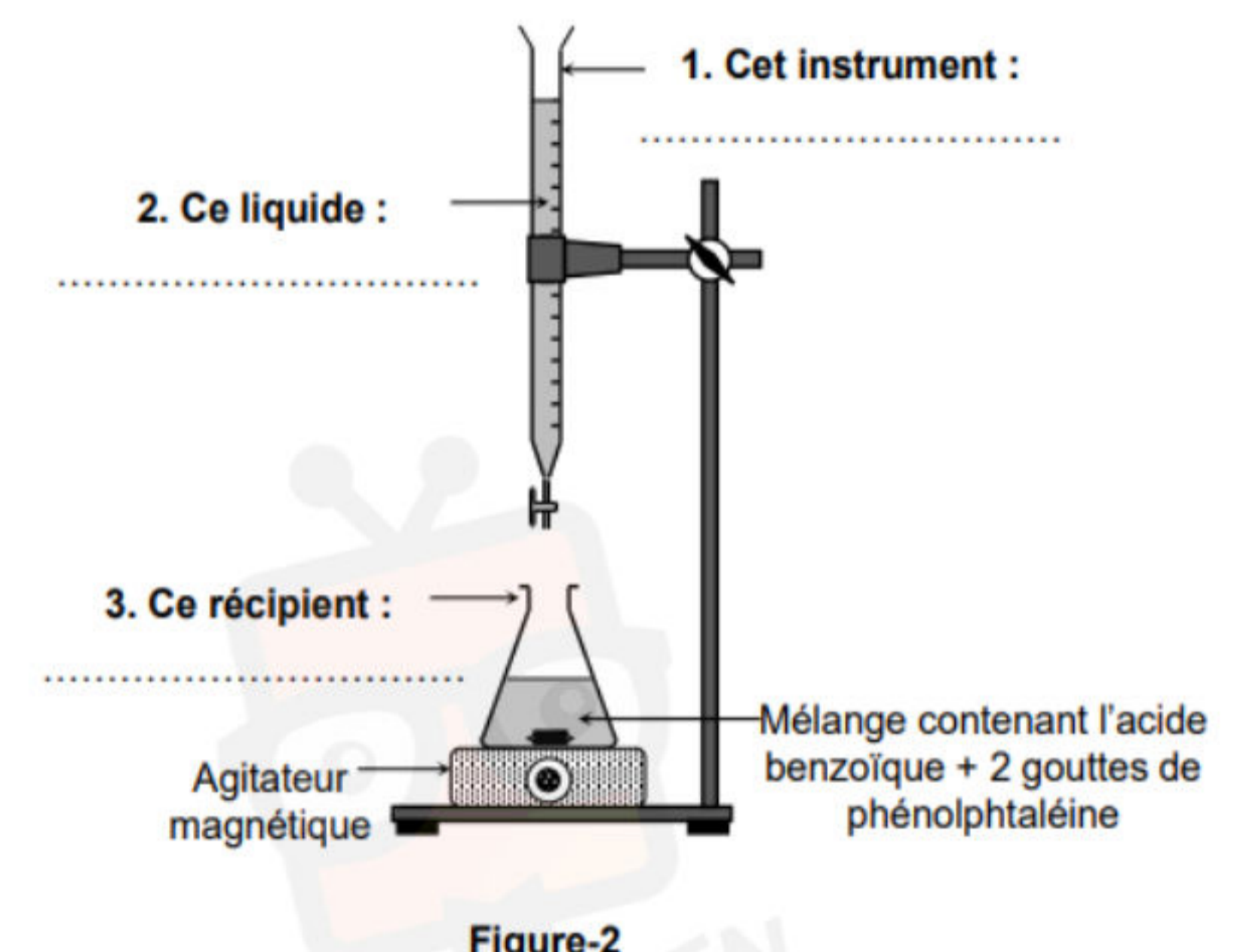
2. La quantité d'acide benzoïque restant dans le mélange après l'atteinte de l'équilibre chimique est dosée par une solution de soude de concentration molaire $C_B=0,5 mol.L^{-1}$, en présence de deux gouttes de phénol-phtaléine (un indicateur coloré). Ce dosage montre qu'il reste $3.10^{-2}mol$ d'acide benzoïque.

a. Annoter le schéma de l'expérience de dosage donné par la figure-2

b. Préciser le rôle de la phénol-phtaléine pour ce dosage.

c. Déterminer la composition du mélange à l'équilibre chimique.

d. Calculer la constante d'équilibre et le taux d'avancement final τ_f de la réaction.



3. a. Calculer le volume de soude nécessaire pour atteindre le point d'équivalence lors du dosage précédent.

b. Combien de fois doit-on remplir une burette de 25 mL pour achever ce dosage?

c. Pour rendre plus simple l'opération du dosage, il est commode de remplir la burette une seule fois.

Déterminer la valeur minimale $C_{B,min}$ de la concentration molaire de la solution de soude pour qu'on puisse remplir la burette une seule fois.

4. Il est possible d'augmenter le taux d'avancement final de la réaction précédente en mélangeant initialement n_A moles d'acide benzoïque et n_B moles de méthanol ; tel que $n_A < n_B$

a. Soit τ_f le nouveau taux d'avancement final de la réaction. Montrer que la constante d'équilibre s'écrit :

$$K = \frac{(z'_f)^2}{(1-z'_f)\left(\frac{n_B}{n_A} - z'_f\right)}$$

b. Déterminer le rapport $\frac{n_B}{n_A}$ donnant un taux d'avancement final $\tau_f = 0,88$.

