

Dosage pH-métrique

I Dosage de la solution acide fort/faible par une solution de base forte

Le montage

solution titrante : Na^+ , HO^-

Hydroxyde de sodium

$C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

$V_B = V_E \text{ mL}$

Dosage 1 solution titrée : H^+ , Cl^-

acide chlorhydrique

$C_A = ? \text{ mol.L}^{-1}$

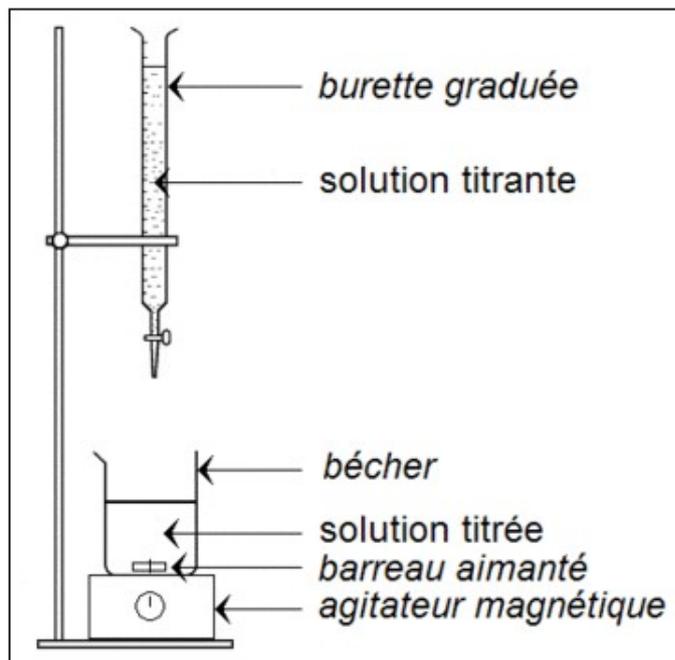
$V_A = 10 \text{ mL}$

Dosage 2 solution titrée : CH_3COOH

acide éthanoïque

$C_A = ? \text{ mol.L}^{-1}$

$V_A = 10 \text{ mL}$



Dosage 1

1- Écrire l'équation bilan de la réaction du dosage. Quelles sont les deux principales caractéristiques que doit avoir une telle réaction ?

2- Écrire la relation à l'équivalence entre C_A , C_B , V_A et V_B .

3- A l'équivalence, le milieu est-il basique, neutre ou acide ? Et à la fin du dosage ?

3- En déduire l'indicateur coloré à utiliser dans ce cas pour repérer l'équivalence.

Indicateur	Teinte	Zone de virage	Teinte
hélianthine	rouge	3,1 - 4,4	jaune
B.B.T.	jaune	6,0 - 7,6	bleu
phénolphtaléine	incolore	8,2 - 10,0	rose

On utilise en général l'indicateur coloré pour faire un repérage rapide du volume équivalent puis le pH-mètre pour suivre le dosage . Procéder au dosage pH-métrique. Repérer l'équivalence à l'aide de la méthode des tangentes après tracé de la courbe $\text{pH} = f(V)$.

V_B (mL)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0
pH									
V_B (mL)	11,5	12,0	12,5	13	13,5	14,5	16	18	20
pH									

Dosage 2

Réaliser la même expérience et répondre aux mêmes questions pour ce dosage (acide faible)

II Les mesures: estimation d'une incertitude-type par la méthode de Monte-Carlo

Principe de la méthode Monte-Carlo

Le résultat d'une mesure correspond à l'ensemble des valeurs raisonnablement attribuables à la grandeur mesurée.

L'écart-type de cet ensemble de valeurs est appelée à l'**incertitude-type**.

Evaluation de **type A** : lorsque la mesure est répétée plusieurs fois, l'expérimentateur obtient plusieurs valeurs de la grandeur mesurée. L'incertitude-type est l'écart-type de cet ensemble de valeurs.

Evaluation de **type B** : Lorsque l'expérience n'est pas répétée plusieurs fois, il faut mettre en oeuvre une autre méthode pour évaluer l'incertitude-type. Dans ce contexte, la méthode de Monte-Carlo consiste à simuler numériquement la répétition de l'expérience. L'écart-type de l'ensemble des valeurs obtenues lors des ces répétitions fournit l'incertitude-type recherchée.

La méthode de Monte-Carlo est très utile à mettre en oeuvre dans le cas d'une propagation d'incertitudes, c'est-à-dire lorsque l'on souhaite déterminer l'incertitude-type sur une grandeur calculée à partir de grandeurs expérimentales, mesurées ou fournies.

Contexte du titrage

Dans le cas d'un titrage acido-basique visant à déterminer la concentration d'un acide fort dans une solution, un expérimentateur :

- prélève un volume de la solution à titrer à l'aide d'une pipette jaugée,
- choisit une solution titrante basique de concentration qu'il verse peu à peu à l'aide d'une burette graduée,
- met en place un suivi pH-métrique pour évaluer le volume équivalent

Sources d'incertitudes

L'incertitude sur la concentration en acide C_A est donc le résultat d'incertitudes sur :

le volume de solution titrée V_A : l'expérimentateur a utilisé une pipette jaugée de pour prélever le volume . Selon l'habileté du manipulateur et la classe de la pipette, le volume effectivement prélevé a de grandes chances d'appartenir à l'intervalle [9,9 ; 10,1] (valeurs à adapter selon le contexte et l'expérimentateur),

la concentration de la solution titrante C_B : selon la qualité des réactifs utilisés, la nature de la verrerie utilisée et l'habileté du préparateur, la solution titrante de concentration affichée $C_B = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ a de grandes chances d'appartenir à l'intervalle [0,099 ; 0,101] mol.L^{-1} .(valeurs à adapter selon le contexte et l'expérimentateur),

le volume équivalent $V_B = V_E$: selon l'espacement entre les points de mesure sur la courbe de titrage, selon la méthode retenue pour évaluer le volume équivalent, selon la précision de la burette graduée utilisée, la capacité de l'expérimentateur à lire les volumes sur les graduations et à régler le zéro, on peut penser que le volume équivalent $V_E = \dots \text{mL}$ a de grandes chances d'appartenir à l'intervalle [$V_E - 2$; $V_E + 2$] (valeurs à adapter selon le contexte et l'expérimentateur).

Fonctions pour réaliser le tirage au sort

La bibliothèque **numpy** est ici utilisée pour simuler un processus aléatoire (`numpy.random`).
Pour réaliser le tirage au sort :

- si l'on suppose que la valeur centrale de l'intervalle n'est pas plus probable que les valeurs latérales de l'intervalle, on peut utiliser la commande `numpy.random.uniform(borne_inf , borne_sup)` .
- si l'on suppose que la valeur centrale de l'intervalle est plus probable que les valeurs latérales de l'intervalle, on peut utiliser la commande `numpy.random.triangular(borne_inf , centre , borne_sup)` .
- ou on utilise la loi normale qui a la forme d'une courbe en cloche symétrique centrée sur la moyenne. (voir sujet de concours).

Coder le programme. Donner la valeur de C_A et son incertitude type à l'aide de cette méthode.

```
In [ ] :
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

N=100000
tirages simulés

Ca = []
valeurs calculées de la concentration Ca

for k in range(N) :
    e tirage
    Vsol = np.random.uniform(9.9,10.1)
    Veq = np.random.triangular(9.6 , 9.7 , 9.8)
    Cb = np.random.uniform(.099 , .101)
    Ca.append(Cb * Veq / Vsol)

a
Ca_moy = sum(Ca)/N
a valeur moyenne
uCa = np.std(Ca,ddof=1)
'écart-type

print(f'Concentration Ca : {Ca_moy} mol/L')
es résultats
print(f'Incertitude-type u(Ca) : {uCa} mol/L')

#Nombre de t
#Liste des v
#Procédure d
#Calcul de C
#Calcul de I
#Calcul de I
#Affichage d
```

Répondre à la question 21 du sujet de Physique-Chimie CCS TSI 2023