التمرين 1: ملح الحماض (حمض الأكساليك) Le sel d'oseil (acide oxalique)

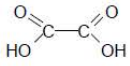
ملح الحماض هو مادة كيميائية توجد على شكل مادة صلبة بلورية بيضاء، عديمة اللون والرائحة. كان يُستخرج تاريخيًا من بعض النباتات مثل الحماض أو الراوند. يُعرف أيضًا في التسمية الرسمية بحمض الإيثانيديويك أو بشكل أكثر شيوعًا حمض الأكساليك. يُستخدم حاليًا في الصناعة لإنتاج البوليمرات، ولكنه يُستخدم أيضًا في العديد من المجالات الأخرى مثل منتجات التنظيف ومبيد الدبابير في تربية النحل.

هدف التمرين : التحقق من فرضيتين حول طبيعة حموضة حمض الأكساليك، ثم تحديد تركيب هذا الحمض في منتج منزلي.

I.الفرضية الأولى: حمض الأكساليك حمض ثنائي قوي.

معطيات:

- الصيغة الجزيئية العامة والمفصلة لحمض الأكساليك:



، $C_2H_2O_4$

1. أعطِ تعريف الحمض وفقًا لبرونستد.

2. ماهو تمثيل لويس لحمض الأكساليك وأحد أشكاله القاعدية المرافقة. برر سبب حمضية ذرات الهيدروجين في الجزيء.

3. حدد الثنائيتين أساس/حمض المرتبطين بحمض الأكساليك، ثم وضح خاصية المكون الكيميائي المشترك بين الثنائيتين.

في المخبر، تم قياس pH لمحلول حمض الأكساليك بتركيز $C_0 = 5{,}00\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$، فكانت القيمة المقاسة $pH = 1{,}47$.

نريد نمذجة التفاعل الكيميائي بين حمض الأكساليك والماء بافتراض أن حمض الأكساليك يتصرف كحمض ثنائي قوي. نرمز لحمض الأكساليك بـ $AH_2(aq)$ وأشاردة الأوكسالات بـ $A^{2-}(aq)$.

4. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي التي تمثل هذه النمذجة.

5. استنتج أن تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ يساوي $1{,}00\times10^{-1}\ mol.L^{-1}$، يمكن استخدام جدول التقدم.

6. احسب قيمة ال pH النظري للمحلول، ثم برر لماذا لا تصح فرضية أن حمض الأكساليك حمض ثنائي قوي.

II. الفرضية الثانية: حمض الأكساليك يتصرف كحمض أحادي ضعيف في المحلول.

معطيات:

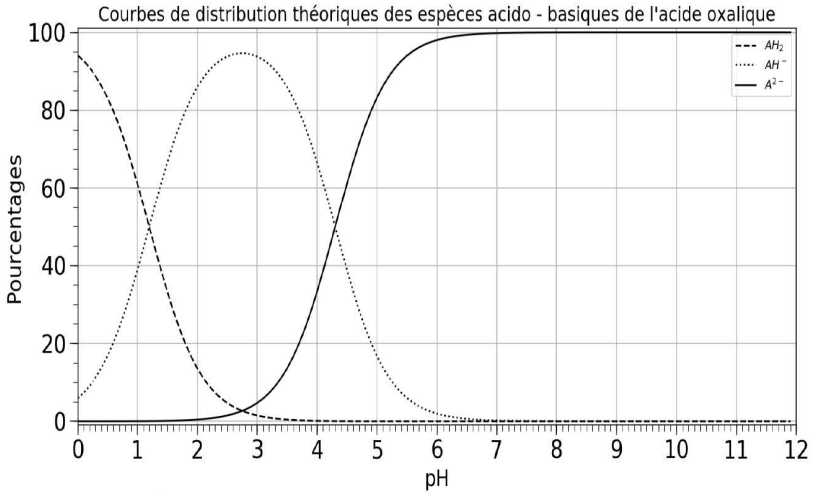
- تركيز حمض الأكساليك $C_0 = 5{,}00\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$.
- ثابت الحموضة الأول $pKa_1 = 1{,}2$.

معادلة التفاعل للحموضة الأولى: $AH_2(aq) + H_2O \rightleftharpoons AH^-(aq) + H_3O^+(aq)$

- القيمة التجريبية المقاسة $pH_{exp}=1{,}47$

7. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي لتفاعل AH^- مع الماء المرتبط بالحموضة الثانية.

8. باستخدام الشكل البياني (**الشكل 1**)، حدد قيمة pKa للحموضة الثانية لحمض الأكساليك.



الشكل 1 - منحنيات مجال التوزيع النظري للأفراد حمض-أساس لحمض الأكساليك

9. استعن بالشكل البياني وقيمة pH الحقيقية للمحلول لتحديد النسب التقريبية للأنواع الكيميائية في المحلول، ثم برر لماذا يمكن افتراض أن حمض الأكساليك يتصرف كحمض أحادي.

10. عبر عن ثابت الحموضة Ka_1 بدلالة تراكيز الأنواع الكيميائية عند التوازن.

11. برهن أن تركيز شوارد الهيدرونيوم التي نرمز لها بـ h يحقق المعادلة التالية:

$$h = [H_3O^+] \text{ : حيث ، } h^2+Ka_1 \cdot h - Ka_1 \cdot C_0 = 0$$

12. باستخدام النتيجة المتحصل عليها : $h = 3{,}29\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$, $pH = 1{,}48$، برر أن حمض الأكساليك يتصرف كحمض أحادي ضعيف.

III.تحديد صيغة حمض الأكساليك.

يمكن شراء حمض الأكساليك بصيغتين: النقية أو المائية (ثنائية الهيدرات). وجد في مخبر قارورة مكتوب عليها "حمض الأكساليك" دون تحديد نوعه، فقرر إجراء معايرة حمض- أساس لتحديد الصيغة.

معطيات:

- تم إذابة $m = 0{,}27\ g$ من حمض الأكساليك في دورق حجمه سعته $V = 100{,}0\ mL$.
- الجدول التالي يوضح معلومات حول الصيغتين:

	حمض الأكساليك النقي	حمض الأكساليك المائية
الصيغة	$C_2H_2O_4$	$C_2H_2O_4,2H_2O$
الكتلة المولية ($g.mol^{-1}$)	90,0	126
رموز السلامة		
	جد مهيجة	مهيجة
الإستعمال	في الصناعة	منتج منزلي

12. احسب التركيز الكتلي C_m للمحلول.

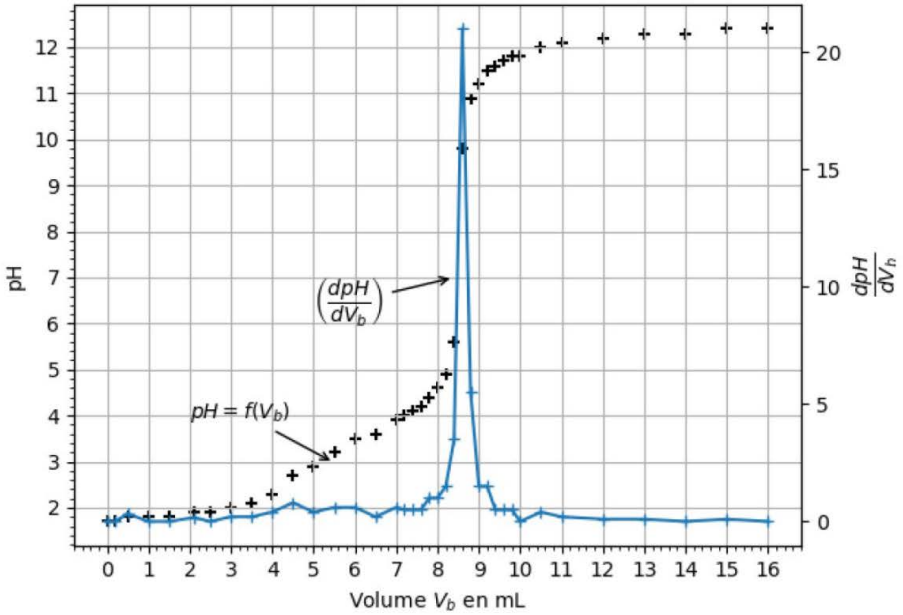
13. برر وجود المعامل 2 أمام شاردة الهيدروكسيد في معادلة تفاعل المعايرة: $C_2H_2O_4 + 2OH^- \longrightarrow C_2O_4^{2-} + 2H_2O$

14. ما الخاصية الأساسية التي يجب أن تتوفر في التفاعل الكيميائي لكي يكون صالحًا للمعايرة المباشرة؟

15. حدد العلاقة بين كميات المادة عند نقطة التكافؤ بين الحمض القابل للمعايرة والقواعد المستخدمة.

تم معايرة 20,0 mL من المحلول المصنع سابقا باستخدام هيدروكسيد الصوديوم $[OH^-] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$.

يمثل **الشكل 3** بيانات المعايرة.



الشكل 3

معطيات:

جدول مجال تغيرات اللونية لبعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	لون الحمض	لون الأساس	منطقة الإنعراج
أزرق البروموتيمول	أصفر	أزرق	7,6 - 6,0
أحمر الكريزول	أصفر	أحمر	8,8 - 7,2
الفينولفتاليين	شفاف	وردي	10 - 8,2
الهيليانتين	أحمر	أصفر	4,4 - 3,1

16. ماهو الكاشف المناسب للمعايرة، مع تحديد تغير اللون عند نقطة التكافؤ.

17. باستخدام **الشكل 3**، حدد التركيز المولي لحمض الأكساليك، ثم قرر إذا كان المركب الأولي المستخدم ثنائي الهيدرات أم لا.