التجربة الثانية

التحلل المائي لخلات المثيل

م. سمير عداي

2025

اسم التجربة / التحلل المائي لخلات المثيل

الغرض من التجربة / تعيين مرتبة التفاعل وزمن عمر النصف .

الادوات المستعملة / السحاحة ، الدورق المخروطي ، كأس زجاجي ،اسطوانة مدرجة

Purette , Conical flask , Beaker , Cylinder

الجزء النظري

- **تتحلل خلات المثيل مائيا فتعطي الكحول المثيلي وحامض الخليك :**

$$CH_3COOCH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + CH_3OH$$

- **يزداد التحلل اذا اضيف حامض الهيدروكلوريك الى التفاعل .**
- **تعتمد سرعة التفاعل على التغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فقط للأسباب التالية :**

١. **الحامض عامل مساعد يزيد من سرعة التفاعل ولا يؤثر على مرتبة التفاعل .**

٢. **وجود الماء بكميات كبيرة جدا فالتغير الحاصل في تركيزه قليل قياسا بالتغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فيعتبر وكأنه ثابت .**

لذا نعتمد على التغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فقط

- **لذا سمي هذا التفاعل من تفاعلات المرتبة الاولى الوهمية او الكاذبة .**

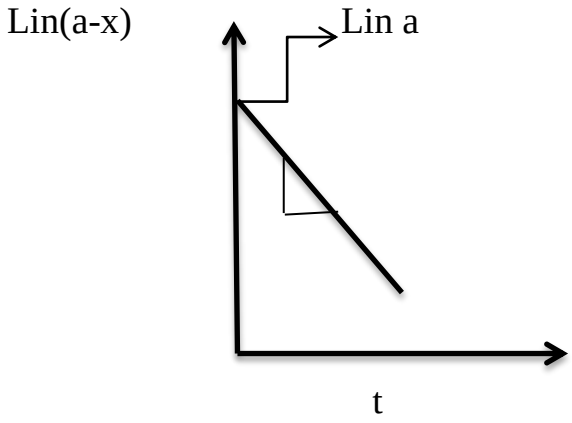
$$CH_3COOCH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + CH_3OH$$

a	0	0	t =0
a – X	X	X	t=t

- **يتم متابعة سير التفاعل عن طريق حامض الخليك المتكون .**
- **لذا يزداد حجم السائل النازل من السحاحة بمرور الزمن .**

- **القانون الرياضي لتفاعلات المرتبة الاولى :**

$$\text{Lin}\,(a - x) = -K t + \text{Lin}\, a \quad \circ$$



هذا الرسم بدلالة التراكيز

في هذه التجربة تستخدم الحجوم بدل التراكيز في الجزء العملي لذا نعوض عن :

V_o : الحجم قبل حدوث التفاعل .

Vt: الحجم النازل من السحاجة بعد مرور (t) من الزمن .

V∞: الحجم النازل من السحاجة بعد 24 ساعة على بدء التفاعل (اي عند انتهاء التفاعل) .

- **في الزمن صفر (أي قبل بدء التفاعل) فان حجم القاعدة المستهلك في التسحيح سيكافئ حجم الحامض الهيدروكلوريك المضاف كعامل محفز للتحلل فقط أي :**

$$t = 0 \qquad Vo = V\ of\ HCL$$

- **اما بعد مرور فترة زمنية مقدارها (t) على التفاعل سيتكون نتيجة التحلل حامض اخر هو حامض الخليك ، فحجم القاعدة المستهلكة سيكافئ حامض الخليك المتكون بالزمن (t) اضافة الى حامض الهيدروكلوريك الموجود اصلا كعامل محفز أي :**

- $$t = t \qquad Vt = V_{HCL} + V_{HAC}\ (product)$$

- **اما بعد مرور فترة زمنية يكون فيها التحلل قد انتهى وتقدر تقريبا بـ (24) ساعة ففي هذه الحالة لن يتبقى تركيز من الخلات وانما ستتحول بأكملها الى نواتج وهي حامض الخليك والكحول لذا فان حجم القاعدة المستهلكة في التسحيح سيكافئ حجم حامض الخليك الكلي الناتج عن التحلل التام للخلات بالإضافة الى حجم حامض الهيدروكلوريك الموجود اصلا كعامل محفز أي :**

$$t\infty = 24 \qquad V\infty = V_{HCL} + V_{HAC}\ (\ total\ )$$

اذن فان :

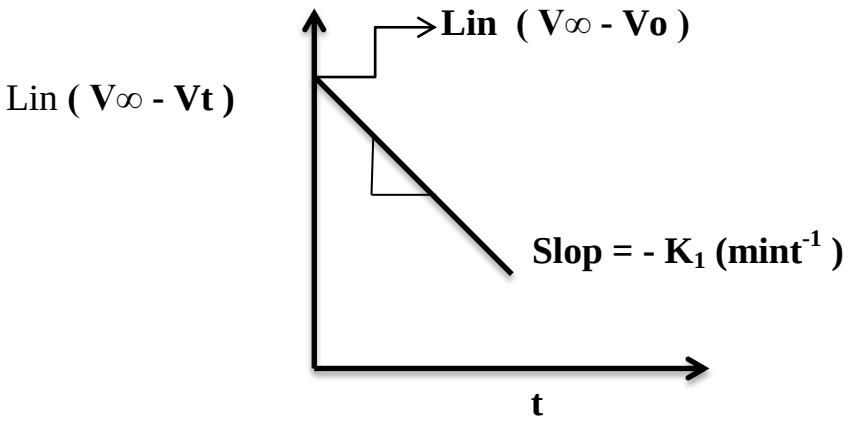
- **التركيز الابتدائي للخلات a ستتناسب مع (V∞ - Vo) .**
- **وقيمة الناتج x تتناسب مع (Vt - Vo) .**
- **وقيمة المتبقي (a – x) ستساوي :**

$$(V\infty - Vo) - (Vt - Vo) = V\infty - Vo - Vt + Vo = (V\infty - Vt)$$

نعوض بالمعادلة رقم (1) عن قيم (a) , (a – x) فتصبح :

$$\text{Lin } (V\infty - Vt) = - K_1 t + \text{Lin } (V\infty - Vo)$$

في هذه التجربة نستخدم الحجوم بدلا من التراكيز بالجزء العملي



$$t_{½} = \text{lin } 2 / K_1 = 0.693/k_1$$

الحسابات والنتائج :

t	Vt	V∞	V∞ - Vt	Lin (V∞ - Vt)
5				
10				
15				
20				
25				

نرسم بين الزمن (t) و Lin (V∞ - Vt) نحصل على مستقيم ميله

$t ½ = \text{lin } 2 / K_1$ $S = - K_1 \text{ min}^{-1}$

المناقشة :

١- لماذا اعتبر التفاعل من المرتبة الاولى ؟

ج : وذلك لان سرعة التفاعل تعتمد على التغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فقط للأسباب التالية :

١- الحامض عامل مساعد يزيد من سرعة التفاعل ولا يؤثر على مرتبة التفاعل .

٢- وجود الماء بكميات كبيرة جدا فالتغير الحاصل في تركيزه قليل قياسا بالتغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فيعتبر وكأنه ثابت .

لذا نعتمد على التغير الحاصل في تركيز خلات المثيل فقط ،لذا يعتبر من المرتبة الاولى الوهمية .

٢- ما فائدة اضافة الماء البارد ؟

ج : وذلك لابطاء التفاعل أو إيقافه لذلك لا يحسب غير محسوب .

٣-هل يزداد الحجم النازل من السحاحة أم لا ؟

ج: يزداد حجم السائل النازل من السحاحة بمرور الزمن لاننا تابعنا سير التفاعل عن طريق حامض الخليك المتكون .

٤- مانوع التسحيح ؟

ج: نوع التسحيح تعادل (حامض – قاعدة) .

٥-ماذا يمثل التقاطع في التجربة ؟

ج: بدلالة التراكيز يمثل (lin a) بدلالة الحجوم يمثل (lin (V∞ - Vo .

٦- ما فائدة اضافة حامض HCL ؟

ج: كعامل مساعد يعمل على زيادة سرعة التفاعل .

سؤال : كيف يتم ايجاد V∞ عمليا ؟

ج : يتم حساب V∞ عمليا : يترك المحلول المحضر والذي يتضمن مايلي :

100 ml HCL + 3ml methyl acetate

و بعد مرور 24 ساعة أي عند انتهاء التفاعل نسحب من :

المحلول 5ml + 20 ml ماء بارد + قطرتين من دليل الفينولفثالين

ونسحح ضد القاعدة 0.05 M NaOH الحجم النازل من السحاحة يمثل V∞ .

في هذه يتم متابعة سير التفاعل عن طريق حامض الخليك المتكون

وبما انه المتكون (الناتج) يزداد بمرور الزمن لذا فان حجم السائل النازل من السحاحة سيزداد بمرور الزمن

تطبيق:

في تجربة التحلل المائي لخلات المثيل وجد ان المتبقي من الخلات بعد مرور (50 Mint) = 1.733 M فإذا علمت ان عمر النصف لهذا التفاعل = 346.5 Mint جد تقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادي ؟

الجواب : $t = 50$ mint , $(a-x) = 1.733$ M , $t_{1/2} = 346.5$ mint

$$t_{1/2} = \ln 2 / K$$

$$346.5 = 0.693 / K$$

$$K = 0.693 / 346.5$$

$$K = 0.002 \ \text{Mint}^{-1}$$

$$\text{Lin} (a - x) = - K t + \text{lin } a$$

$$\text{Lin} (1.733) = - 0.002 \times 50 + \text{lin } a$$

$$0.549 = - 0.1 + \text{lin } a$$

$$0.549 + 0.1 = \text{lin } a$$

$$\text{Lin } a = 0.649$$

هذا التقاطع مع المحور الصادي

واذا كان المطلوب ايجاد التركيز الابتدائي (a) :

$$a = 1.9136 \text{ M}$$

تطبيق :

في تجربة التحلل المائي لخلات المثيل أخذ (2 M) من الخلات وبعد مرور (30 Mint) تفاعل (0.196 M) منها جد ثابت معدل السرعة لهذا التفاعل ؟

$a = 2$ M , $t = 30$ Mint , $x = 0.196$ M , $k = ?$

$$\text{Lin} (a - x) = - K t + \text{lin } a$$

$$\text{Lin} (2 - 0.196) = - K (30) + \text{lin } 2$$

$$\text{Lin} (1.804) = -30k + 0.693$$

$$0.590 = -30 k + 0.693$$

$$0.590 - 0.693 = -30k$$

$$- 0.103 = -30 k$$

$$K = -103 / - 30$$

$$K = 0.0034 \ \text{Mint}^{-1}$$

ملاحظة : المسائل النظرية تحل بقانون التراكيز ، أما الرسم البياني سيكون بواسطة الحجوم

طريقة العمل :

١. نملأ السحاحة بـ NaOH , 0.05 M .
٢. نحضر حامض 0.1M HCL من حامض تركيز 1N وذلك بتطبيق قانون التخفيف
٣. $1xV = 0.1x100$
٤. نأخذ 10 ml من حامض V= 10 ml HCl ونضعه في قنينة حجمية سعة 100m ونكمل الحجم الى حد العلامة بالماء الاعتيادي .
٥. ننقل الحامض المحضر الى بيكر او دورق ونضيف له خلات المثيل 3ml ونسجل الزمن .
٦. بعد مرور 5mint على بدء المزج نسحب من المحلول 5ml + قطرتين دليل الفينولفثالين 2drop ماء بارد مثلج (20 ml) يصبح لون المحلول عديم اللون ويسحح ضد القاعدة NaOH حتى يظهر اللون الوردي الحجم النازل من السحاحة يمثل Vt .

❑ **يتم حساب V∞ : يترك المحلول المحضر في الخطوة 4 والذي يتضمن مايلي :**

100 ml HCL + 3ml methyl acetate

بعد مرور 24 ساعة نسحب من المحلول 5ml + 20 ml ماء بارد + قطرتين من دليل الفينولفثالين ونسحح ضد القاعدة NaOH 0.5 M الحجم النازل من السحاحة يمثل V∞ .

الحسابات والرسم البيانى :

في تجربة التحلل المائي لخلات المثيل ، تم الحصول على النتائج المختبرية التالية :

t (mint)	5	10	15	20	25	V∞
Vt (NaOH)	0.5	1.4	2.3	3	3.7	10

جد كل من (K) معدل ثابت السرعة ، وزمن عمر النصف ($t_{1/2}$) ؟

الجواب :

t (mint)	V_t	V∞	V∞ - V_t	Lin (V∞ - V_t)
5	0.5	10	9.5	2.251
10	1.4	10	8.6	2.151
15	2.3	10	7.7	2.041
20	3	10	7	1.945
25	3.7	10	6.3	1.840

- V_t : الحجم النازل من السحاحة (حجم القاعدة النازلة من السحاحة) .
- $V\infty$: حجم السائل النازل من السحاحة بعد انتهاء التفاعل (بعد مرور 24 ساعة على بدء التفاعل) ، وهي تكون أعلى قيمة .
- t : تمثل المحور (x) .
- Lin $(V\infty - V_t)$: تمثل المحور (y) .
- Lin $(V\infty - V_o)$: تمثل التقاطع مع المحور (y) .
- نستخدم الحجوم بالرسم البياني .
- لإيجاد قيمة (K) فان : $S = -K$.
- وحدة (K) هي وحدة ($time^{-1}$) مثل ($mint^{-1}$) .
- لإيجاد زمن عمر النصف ($t_{1/2} = lna/K_1$) .
- لإيجاد قيمة المربع الصغير (20 / 5 – 10) (عدد المربعات الصغيرة بين كل قراءتين 20 مربع صغير) .
- يكون الناتج (0.25) ، فمثلا في الرسم ليجاد قيمة (X_2) نلاحظ هناك ثمانية مربعات بعد الرقم (10)فنقوم بضرب (2 = 0.25 x 8) تضاف للـ (10) فتكون ($X_2 = 12$) .
- كذلك (X_1) نلاحظ وجود (7) مربعات صغيرة بعد (20) فنقوم (1.75 = 0.25 x 7) تضاف للـ (20) فتصبح (20 + 1.75 = 21.75) .
- أما بالنسبة للمحور (y) فنقسم القرق بين القراءتين على (10) لأن هناك (10) مربعات صغيرة بين كل قراءتين وهكذا فمثلا (0.01 = 10 / 1.8 – 1.9) يعني كل مربع صغير يساوي (0.01) .

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$= \frac{2.1 - 1.9}{12 - 21.75}$$

$$= \frac{0.2}{-9.75} = -0.020$$

$$S = -K$$

$$K = 0.020 \text{ mint}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{K}$$

$$= \frac{0.693}{0.020}$$

$$= 34.65 \text{ mint}$$