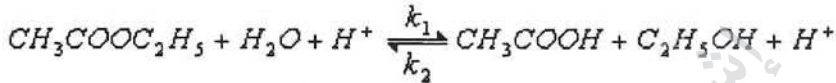


دراسة حركية تفاعلات المرتبة الأولى

(حلمهة خلات الإيتيل في وسط حمضي)

١ - مقدمة

تتفاعل خلات الإيتيل مع الماء النقي ببطء ولكن بوجود شوارد الهيدروجين تزداد سرعته بصورة ملحوظة، حيث تلعب هذه الشوارد دور الوسيط:



إن هذا التفاعل عكوس لذلك تعطى سرعة حلمهة خلات الإيتيل بمحصلة التفاعلين المباشر، والعكوس كما يلي:

$$-\frac{dC_{CH_3COOC_2H_5}}{dt} = k_1 \cdot C_{CH_3COOC_2H_5} - k_2 \cdot C_{CH_3COOH} \cdot C_{C_2H_5OH} \quad \dots(1)$$

لم ندخل في عبارة سرعة التفاعل المباشر الماء مع أنه طرف في التفاعل وذلك لأنه موجود بكمية كبيرة ويعد تركيزه ثابتاً "تقريباً".

من ناحية أخرى يمكن أن تهمل سرعة التفاعل العكسي في المراحل الأولى من تفاعل الحلمهة لأن تراكيز حمض الخل والكحول الإيتيلي المتشكلين تكون صغيرة. وبذلك يمكن أن نكتب العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$-\frac{dC_{CH_3COOC_2H_5}}{dt} = k_1 \cdot C_{CH_3COOC_2H_5} \quad \dots(2)$$

وإذا فرضنا أن تركيز الخلات في لحظة بداية التفاعل (a) مول/ليتر، وفي اللحظة (t) يساوي (a - x) مول/ليتر، حيث (x) تركيز حمض الخل المتشكل وتركيز الكحول الإيتيلي في اللحظة (t) أمكن كتابة العلاقة السابقة بالشكل:

$$-\frac{d(a-x)}{dt} = \frac{dx}{dt} = k_1(a-x) \quad \dots(3)$$

ومنه:

$$\left(\frac{dx}{a-x}\right) = k_1 \cdot dt \quad \dots(4)$$

إذا كاملنا هذه العلاقة عندما يتغير تركيز المواد المتشكلة من (0) إلى (x) الموافق لتغير الزمن من الصفر إلى (t):

$$\int_0^x \frac{dx}{(a-x)} = k_1 \int_0^t dt \quad \dots(5)$$

نحصل على علاقة السرعة لتفاعل من المرتبة الأولى بشكله التفاضلي:

$$\ln\left(\frac{a}{a-x}\right) = k_1 t \quad \dots(6)$$

أو بالشكل:

$$\ln(a-x) = \ln a - k_1 t \quad \dots(7)$$

يمكن باستخدام العلاقة (7) والتي تميز تفاعلات المرتبة الأولى إيجاد قيمة ثابت السرعة للتفاعل (k_1) حسابيا وذلك من خلال تعويض القيم التجريبية لتركيز خلات الإيتيل في فواصل زمنية محددة فيها، أو بيانيا بالتمثيل البياني ل $\ln(a-x)$ بدلالة (t) ، الذي يعطي مستقيما ميله ($-k_1$) ، ويمكن في هذه الحالة إيجاد القيمة ($\ln a$) من تقاطع الخط البياني الناتج مع المحور $\ln(a-x)$. كما يمكن إيجاد قيمة ثابت سرعة تفاعل حلقة خلات الإيتيل باستخدام زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. حيث يعرف زمن نصف التفاعل ، بأنه الزمن اللازم كي يتناقص تركيز المادة المتفاعلة إلى نصف قيمته الأصلية. وهكذا يكون تركيز خلات الإيتيل في اللحظة ($t = t_{1/2}$) مساويا ($a-x = \frac{a}{2}$) . بالتعويض في العلاقة (7) ينتج:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{t_{1/2}} \quad \dots(8)$$

يمكن أن نتتبع تفاعل حلقة خلات الإيتيل بأخذ عينات من المزيج التفاعلي في فواصل زمنية محددة ثم معايرتها بواسطة محلول عياري من ماءات الصوديوم. ومن قانون المعايرة تحدد نظامية الحمض في المزيج التفاعلي. تساوي هذه النظامية مجموع نظامية حمض كلور الماء ونظامية حمض الخل المتشكل (x) .

وبذلك يمكن أن نحسب تركيز الخلات في كل لحظة من الزمن وبالتالي يمكن أن يحسب ثابت السرعة بيانياً" من العلاقة (7).

- هدف التجربة

١. التحقق من مرتبة تفاعل حلمهة خلات الإيتيل.
٢. حساب ثابت سرعة الحلمهة.
٣. حساب زمن نصف التحول في الحلمهة.

- الأدوات والمواد اللازمة

١. أرلينة سعة (150ml) (عدد 2) ، ماصة سعة (5ml) ، ميقاتية ، حمام مائي مع منظم لدرجة الحرارة (ترموستات).
٢. خلات الإيتيل، محلول حمض كلور الماء (1N) ، محلول ماءات الصوديوم (0,1N) ، مشعر الفينول فتالئين ، حمض الخل.

- طريقة العمل

١. بعد أن تتأكد من نظافة الأدوات المستخدمة، أضف مقدار (5ml) من خلات الإيتيل النقية التي كثافتها ($0,895g.cm^{-3}$) ، إلى حوجلة ذات غطاء تحوي (100ml) من حمض كلور الماء النظامي. شغل مقياس الزمن (الميقاتية) لحظة الانتهاء من الإضافة حيث تكون بداية التفاعل.
٢. حرك المزيج بهدوء بواسطة الخض، ثم خذ بسرعة بواسطة الماصة (5ml) من مزيج التفاعل واسكبها في أرلينة ثم أضف عدة قطرات من مشعر الفينول فتالئين ، وعائرها بواسطة محلول ماءات الصوديوم حتى ظهور اللون الوردي الثابت. احسب من نتيجة المعايرة تركيز حمض كلور الماء بشكل دقيق.
٣. بعد مضي عشر دقائق على بداية التفاعل خذ من جديد (5ml) من المزيج المتفاعل وعائره بنفس الطريقة السابقة.
٤. أعد التجربة السابقة كل عشر دقائق حتى (60) دقيقة. بعد ذلك رتب نتائجك في الجدول التالي:

$t(\text{min})$	0	10	20	30	40	50	60
$V_{(\text{NaOH})}$							
$C_{(\text{CH}_3\text{COOH})}$							
x							
$a - x$							
$\ln(a - x)$							

- الحسابات والمناقشة

١. في المعايرة الأولى ، أي في اللحظة ($t=0$) ، لم يكن حمض الخل قد تشكل بعد، لذلك فإن نتيجة المعايرة تعطي التركيز البدائي لحمض كلور الماء في المزيج المتفاعل (C_1). أما في المعايرات اللاحقة، فإن نتيجة المعايرة (C_2) تعطي مجموع تركيزي حمض كلور الماء (C_1) وحمض الخل المتشكل (C) ، إذن ($C = C_2 - C_1$) . من الواضح أن كمية حمض الخل المتشكل تساوي كمية خلاات الإيتيل المتفككة. تحسب كمية حمض الخل المتشكلة من العلاقة:

$$N \times 0.06 \times \frac{105}{5} = \frac{g_{(\text{CH}_3\text{COOH})}}{105}$$

ومن كمية حمض الخل تحسب كمية خلاات الإيتيل الموافقة لها على اعتبار أن كل (60) غرام من حمض الخل تنتج من (88) غرام خلاات الإيتيل). يحسب تركيز خلاات الإيتيل في بداية التجربة على اعتبار أن كثافته معلومة.

٢. مثل بيانيا "تغيرات $\ln(a - x)$ بدلالة الزمن (t) .

٣. بدءاً من المخطط البياني، حدد مرتبة تفاعل حلمهة خلاات الإيتيل و ثابت سرعته وزمن نصف تحوله في كل مرة تجري فيها القياسات.

٤. احسب ثابت سرعة تفاعل الحلمهة مستعينا "بالعلاقة (6) وذلك عند كل قياس. خذ المتوسط الحسابي وقارنه مع القيمة البيانية.

٥. احسب زمن نصف التفاعل مستعينا "بالعلاقة (8).