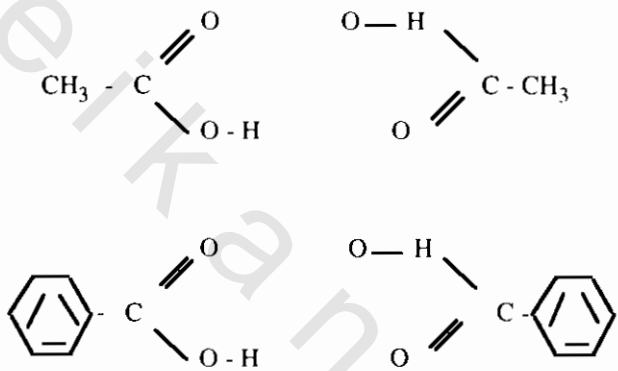
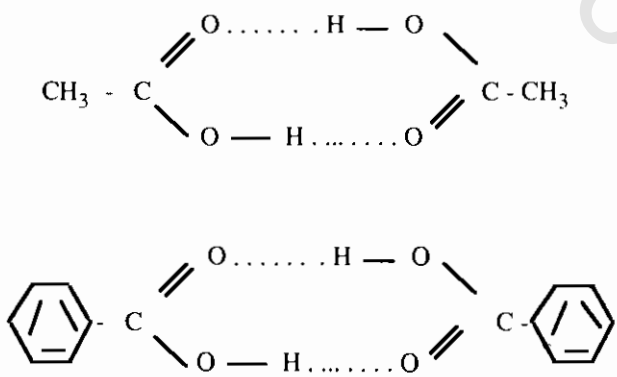
التجربة الثالثة عشرة

حساب قوة الرابطة الهيدروجينية
بين جزيئات حمض عضوي

من المعلوم أن حمض الخل (أو حمض البنزين) يوجد في المحاليل المائية ذائبا على هيئة جزيئات أحادية أي مونومر (monomer):



بينما يوجد في المحاليل العضوية ذائبا على هيئة جزيئات ثنائية أي دايمر (dimer) تتكون بفعل ترابط كل جزيئين بواسطة رابطة هيدروجينية على النحو التالي:



ويتم ذلك لجزء أو لنسبة كبيرة من جزيئات الحمض الموجودة في الطبقة العضوية، في حين تبقى في هذه الطبقة بقية الجزيئات على هيئة أحادية أي مونومر كما توضحه المعادلتان التاليتان :

$$2CH_3COOH \rightleftharpoons (CH_3COOH)_2$$

$$2C_6H_5COOH \rightleftharpoons (C_6H_5COOH)_2$$

ولهذا السبب فإن الحمض المتوزع بين طبقتين غير ممتزجتين من الماء والمذيب العضوي يكون موجودا :

(أ) في الطبقة المائية على هيئة جزيئات أحادية (مونومر) .

(ب) في الطبقة العضوية على هيئة جزيئات أحادية (مونومر) وثنائية (دايمر) .

ولذلك إذا افترضنا أن :

(C_w) هو تركيز الحمض في الطبقة المائية (وكله مونومر) .

(C_{01}) هو تركيز الحمض المونومر في الطبقة العضوية .

(C_{02}) هو تركيز الحمض الدايمر في الطبقة العضوية .

فإن معامل توزيع الحمض المونومر بين الطبقتين العضوية والمائية(D) يعطى بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{C_{01}}{C_w} \qquad (1)$$

في حين أن ثابت توازن عملية تكوين الجزيئات الثنائية في الطبقة العضوية يعطى بالمعادلة التالية :

$$K = \frac{C_{02}}{(C_{01})^2} \qquad (2)$$

أما بالنسبة للكمية الكلية للحمض في الطبقة العضوية ـ على افتراض عدم حدوث اتحاد بين أي جزيئين ـ (C_0) فإنه يعطى بالمعادلة التالية :

$$C_0 = C_{01} + 2C_{02} \quad (3)$$

ومن المعادلة (1) فإن :

$$C_{01} = DC_w \quad (4)$$

ومن المعادلة (2) فإن :

$$C_{02} = K\ (C_{01})^2 \quad (5)$$

وبالتعويض من (4) و (5) في (3) فإن :

$$C_0 = DC_w + 2K(C_{01})^2 \quad (6)$$

وكذلك بالتعويض من (4) في (6)فإن :

$$C_0 = DC_w + 2K\,D^2\ C_w^2 \quad (7)$$

وبقسمة طرفي المعادلة (7)على (C_w)فإن :

$$\frac{C_0}{C_w} = D + 2KD^2\ C_w \quad (8)$$

وكما هو ملاحظ فإن المعادلة (8) هي معادلة خط مستقيم ولهذا إذا وجدت عند نفس درجة الحرارة عدة مخاليط من الماء والمذيب العضوي والحمض، بحيث تكون تراكيز الحمض المتوزع بين الطبقتين مختلفة من محلول إلى آخر فإنه بعد قياس كل من (C_0)و(C_w)لكل محلول يمكن رسم العلاقة بين(C_0/C_w) و(C_w) .

وحيث إن ميل الخط هو ($2K\,D^2$) والقاطع هو (D) فإنه يمكن من ذلك إيجاد قيمة (K) أي ثابت التوازن لتكوين الجزيئات الثنائية (الدايمر) عند هذه الدرجة الحرارية .

إضافة إلى ذلك فإنه يمكن إيجاد قيمة (K) مرة أخرى عند درجة حرارة ثانية وثالثة ورابعة . ومتى تم ذلك فإنه يمكن إيجاد مقدار الطاقة اللازمة لكسر الرابطة الهيدروجينية بين جزيئي الحمض في الدايمر وهي تساوي في القيمة

الطاقة المنطلقة بفعل تكوين هذه الرابطة ولكن تختلف عنها في الإشارة. ويتم ذلك باستخدام معادلة فانت هوف التالية :

$$\ln K = \text{constant} - \frac{\Delta H}{RT} \qquad (9)$$

وهي عبارة عن معادلة خط مستقيم أيضا مما يتيح إمكانية رسم العلاقة بين (lnK) و(1/T) وحيث إن الميل هو(ΔH/R-) وقيمة(R) معروفة، فإنه يمكن إيجاد قيمة (ΔH). ولكن إذا كانت درجات الحرارة التي أجريت عندها التجربة هما درجتان فقط، بحيث لا يمكن رسم خط مستقيم فإنه يمكن إيجاد (ΔH) بعد تحوير معادلة(9) السابقة لتصبح كما يلي :

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \qquad (10)$$

* * * * *

في هذه التجربة وبعد تنفيذ طريقة العمل ستقوم :

(١) بإيجاد قيم كل من (C_o)و(C_w) لعدة مخاليط عند نفس درجة الحرارة ومنها توجد قيمة (K) حسب المعادلة(8) إما بالتعويض المباشر أو بالرسم البياني.

(٢) بإعادة الخطوة السابقة وإيجاد قيمة (K) عند درجات حرارة أخرى ومن ثم بإيجاد قيمة(ΔH) إما بالتعويض المباشر في المعادلة(10) أو بالرسم البياني حسب المعادلة(9).

(٣) بإعداد تقرير مناسب تعكس فيه قدرتك على الإبداع في عملية إعداد التقرير لتجربة معينة.

* * * * *

أخيرا وقبل شرح طريقة العمل لا بد من الإشارة إلى :

(أ) أن الرسم البياني لا يمكن أن يجرى بين أقل من ثلاث نقاط وأنه يعطي القيم المطلوبة بشكل أدق كلما رسم بين عدد أكبر من النقاط وأنه أكثر

دقة لإيجاد القيم المطلوبة من التطبيق المباشر للمعادلات .

(ب) أنه إذا لم تتوافر سوى نتائج تجربتين مكررتين بحيث يتعذر عمل الرسم البياني فإنه لا سبيل إلى تحقيق المطلوب إلا بالتطبيق المباشر للمعادلات وفي هذه الحالة لا بد من ملاحظة أن النتيجة ستكون أفضل لو تم التطبيق للمعادلة مرتين، ومن ثم أوجد المتوسط، ولكن حتى لو فعل ذلك فإن النتيجة لن تكون أكثر دقة منها لو أنها استنتجت بالرسم البياني كما سبق ذكره .

الأدوات والمواد المستخدمة :

زجاجات ذات أغطية أو أقماع فصل، سحاحات، ماصات، حمام ثابت الدرجة، ثرمومتر، ماء، مذيب عضوي، حمض خل تركيزه (1 M)، محلولان لهيدروكسيد الصوديوم تركيزهما (0.5 M) و(0.01 M)، دليل الفينول فثالين .

طريقة العمل :

١ ـ حضر في الزجاجات ذات الأغطية كل أو بعض المخاليط التالية حسب ما تراه أنت مناسبا :

	The organic solvent (ml)	Solution of the organic acid (ml)	H_2O (ml)
1	25	10	40
2	25	25	25
3	25	35	15
4	25	50	0

ثم أغلق كل زجاجة بعناية .

٢ ـ رج كل زجاجة لعدة دقائق، ثم اتركها لتركد وذلك في حمام مائي ثابت الدرجة، وانتظر حتى ينفصل المخلوط إلى طبقتين ثم سجل درجة الحرارة.

٣ ـ لكل مخلوط عاير الحمض العضوي في(10ml) من الطبقة المائية بواسطة (0.01 M NaOH) وفي (10ml) من الطبقة العضوية بواسطة (0.5 M NaOH) وفي كلتا الحالتين استخدم الفينول فثالين دليلا وذلك لإيجاد كل من(C_w) و(C_B).

٤ ـ أعد جميع الخطوات السابقة مرة أخرى أو مرتين أو ثلاث حسب رغبتك دون أي تغيير إلا في درجة الحرارة لكل مرة.

٥ ـ نظف أدواتك وأعدها وكذلك المواد إلى أماكنها.

٦ ـ حقق المطالب السابقة.

٧ ـ قدم تقريرا لهذه التجربة.

obeikandl.com