الحلقة (6) تمرين حول المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية

نص التمرين:

يتفاعل 2- بروموا 2- ميثيل بروبان $(CH_3)_3C-Br$ والذي سنرمز له بالرمز RBr مع الماء وفق تفاعل تام معادلته :

$$RBr_{(l)} + H_2O_{(l)} = ROH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$

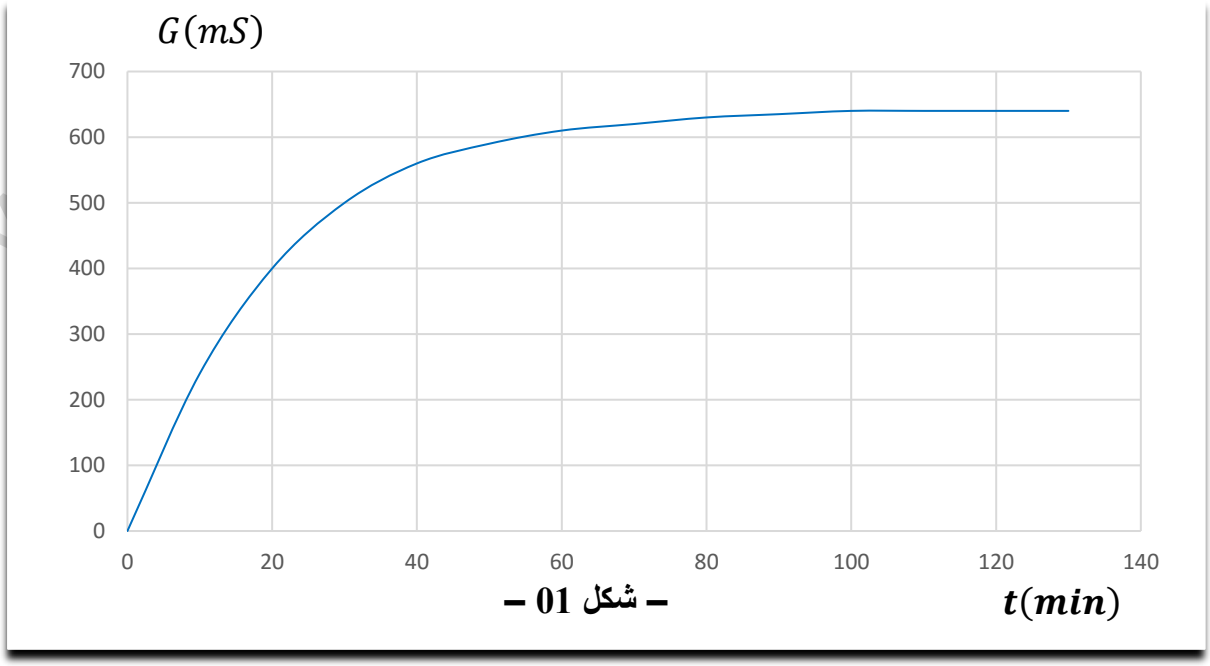
نحضر حجما $V = 100ml$ يتكون من من الماء المقطر وحجما $V_1 = 1ml$ من RBr وقليلا من الأسيتون (الأسيتون هو مذيب عضوي دوره الحصول على خليط متجانس لأن الماء و RBr غير قابلين للامتزاج. نقيس تغيرات ناقلية المزيج بواسطة جهاز قياس الناقلية الذي ثابت خليته $K = 0.01m$ ، فنحصل على المنحنى – شكل 01 – وذلك في درجة الحرارة $\theta = 25°C$.

المطلوب:

1 - لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية ؟
- - لماذا تتزايد الناقلية مع مرور الزمن؟
2 - أعط طريقة أخرى تمكننا من تتبع هذا التحول.
3 - أحسب كمية المادة الابتدائية.
4 - أنجز جدول التقدم لهذا التحول.
5 - عبر عن الناقلية الكهربائية للخليط التفاعلي بدلالة التقدم X وحجم الخليط التفاعلي V والناقلية المولية الشاردية $\lambda(Br^-), \lambda(H^+)$.
6 - عبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة الناقلية الكهربائية $G(t)$ ، $\lambda(Br^-)$ ، $\lambda(H^+)$.
- أحسبها عند اللحظتين $t = 20min$ و $t = 40min$. ماذا تستنتج؟
7 - عبر عن الناقلية الكهربائية للخليط التفاعلي في الحالة النهائية بدلالة K، V ، $n_0(HBr)$ ، $\lambda(Br^-)$ ، ثم أحسبها .
8 - بيّن أن: $X(t) = n_0(HBr).\frac{G(t)}{G_f}$
9 – عرّف زمن نصف التفاعل ، ثم بيّن أن: $G(t_{1/2}) = \frac{G_f}{2}$ ، ثم استنتج قيمته من البيان.
10 – ما دور الأسيتون في التفاعل؟
11 – نقوم باجراء نفس التجربة ولكن في درجة حرارة $\theta = 30°C$.
- ارسم بشكل كيفي المنحى الجديد في نفس المعلم السابق.

معطيات:

$M(RBr) = 136,9g/mol$ $\rho(RBr) = 0,87g/ml$ $\rho(Eau) = 1g/ml$



– شكل 01 –

حل التمرين:

1 - يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية:

لوجود شوارد في المزيج: $H^+_{(aq)}$ ، $Br^-_{(aq)}$. (الشوارد ناقلة للكهرباء)

- تتزايد الناقلية مع مرور الزمن:

الناقلية تتزايد لتزايد تراكيز الشوارد الناتجة في الوسط التفاعلي.

2 - طريقة أخرى تمكننا من تتبع هذا التحول:

ط 01: المعايرة (حمض- أساس).

ط 02: قياس الـ PH.

خاصة بالوحدة 04

3 - حساب كمية المادة الابتدائية:

لدينا:

$$n_0 = \frac{m}{M} \qquad \rho(RBr) = \frac{m}{V_1} \qquad m = \rho(RBr).V_1$$

$$n_0 = \frac{\rho(RBr).V_1}{M} \qquad n_0 = \frac{(0{,}87).(1)}{136{,}9} \qquad \boxed{n_0 = 6{,}35.10^{-3} mol}$$

4 - جدول التقدم لهذا التحول:

معادلة التفاعل		$RBr_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow ROH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة بـ mol				
الابتدائية	$X = 0$	n_0	بوفرة	0	0	0
الانتقالية	$X = X(t)$	$n_0 - x(t)$	بوفرة	$x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
النهائية	$X = X_{max}$	$n_0 - x_{max}$	بوفرة	x_{max}	x_{max}	x_{max}

5 -/

$$G(t) = K\sigma(t) \qquad \sigma(t) = [\lambda_{Br^-}.[Br^-] + \lambda_{H^+}.[H^+]] \qquad G(t) = K[\lambda_{Br^-}.[Br^-] + \lambda_{H^+}.[H^+]]$$

لدينا من جدول التقدم في الحالة الانتقالية:

$$n(H^+_{(aq)}) = x(t) \qquad [H^+] = \frac{n(H^+_{(aq)})}{V} \qquad \boxed{[H^+] = \frac{x(t)}{V}}$$

$$n(Br^-_{(aq)}) = x(t) \qquad [Br^-] = \frac{n(Br^-_{(aq)})}{V} \qquad \boxed{[Br^-] = \frac{x(t)}{V}}$$

$$G(t) = K\left[\lambda_{Br^-}.\frac{x(t)}{V} + \lambda_{H^+}.\frac{x(t)}{V}\right] \qquad \boxed{G(t) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V}}$$

6 -/

$$v_V = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt} \qquad v_V = \frac{d[x]}{dt} \qquad [x] = \frac{x(t)}{V}$$

$$G(t) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V} \qquad \frac{x(t)}{V} = \frac{G(t)}{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}]}$$

$$v_V = \frac{d\left(\frac{G(t)}{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}]}\right)}{dt} \qquad \boxed{v_V = \frac{1}{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}]}.\frac{dG(t)}{dt}}$$

www.youtube.com/physicstubeTV

$$v_V = \frac{1}{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}]}.\frac{\Delta G(t)}{\Delta t} \qquad v_V = \frac{1}{K(m)[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}](mS.m^2mol^{-1})}.\frac{\Delta G(t)(mS)}{\Delta t(min)}$$

$$v_V = \frac{1}{K.[\lambda_{Br^-}+\lambda_{H^+}]}.\frac{G_1-G_2}{t_1-t_2}(mol.m^3.min^{-1})$$

عند $t = 20min$:

$$v_V = \frac{1}{0{,}01.[42{,}81]}.\frac{6{,}5-17}{0-20} = 1{,}22\ mol.m^3.min^{-1}$$

عند $t = 40min$:

$$v_V = \frac{1}{0{,}01.[42{,}81]}.\frac{16{,}5-24}{0-40} = 0{,}43\ mol.m^3.min^{-1}$$

الاستنتاج:

نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تتناقص مع مرور الزمن وهذا لتناقص تركيز المتفاعل $R-Br$

7 - /

$$G(t) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V} \qquad G_f = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x_{max}}{V}$$

لدينا من جدول التقدم في الحالة النهائية و بما أن الماء متواجد بوفرة فانّ المتفاعل المحد هو RBr

$$n(RBr)_f = 0 \qquad n_0 - x_{max} = 0 \qquad n_0 = x_{max} \qquad G_f = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{n_0}{V}$$

$$G_f = K.(m)[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}](mS.m^2.mol^{-1}).\frac{n_0(mol)}{V(10^{-3}m^3)}$$

$$G_f = 0{,}01.[7{,}81 + 35].\frac{6{,}35.10^{-3}}{10^{-1}.10^{-3}}(mS) \qquad G_f = 27{,}18\ mS$$

8 - بيان أن: $X(t) = n_0(HBr).\frac{G(t)}{G_f}$

لدينا سابقا:

$$G(t) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V} \qquad 01$$

$$G_f = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{n_0}{V} \qquad 02$$

بالقسمة العلاقة 01 على العلاقة 02 نجد أنّ:

$$\frac{G(t)}{G_f} = \frac{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V}}{K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{n_0}{V}} \qquad \frac{G(t)}{G_f} = \frac{x(t)}{n_0} \qquad x(t) = n_0.\frac{G(t)}{G_f}$$

9 - بيّن أن: $G(t_{1/2}) = \frac{G_f}{2}$

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي $\left(x_{t_{1/2}} = \frac{x_{max}}{2}\right)$.

لدينا سابقا:

$$G(t) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x(t)}{V}$$

www.youtube.com/PhysicsTubeTV

لما: $t = t_{1/2}$

$$G(t_{1/2}) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x_{t_{1/2}}}{V} \qquad G(t_{1/2}) = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x_{max}}{2V}$$

G_f

ولدينا أيضا سابقا:

$$G_f = K.[\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}].\frac{x_{max}}{V}$$

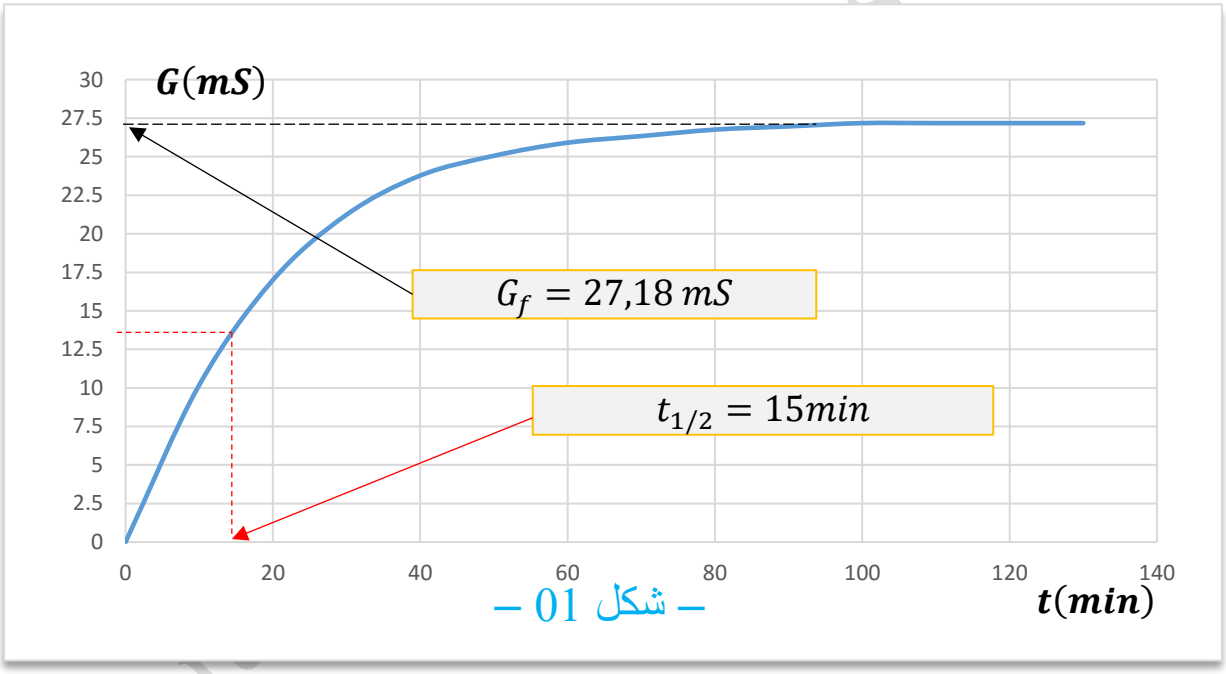
$$G(t_{1/2}) = \frac{G_f}{2} \qquad G(t_{1/2}) = \frac{27,18}{2} = 31,6mS$$

بالاسقاط على البيان نجد أنّ: $t_{1/2} = 15min$

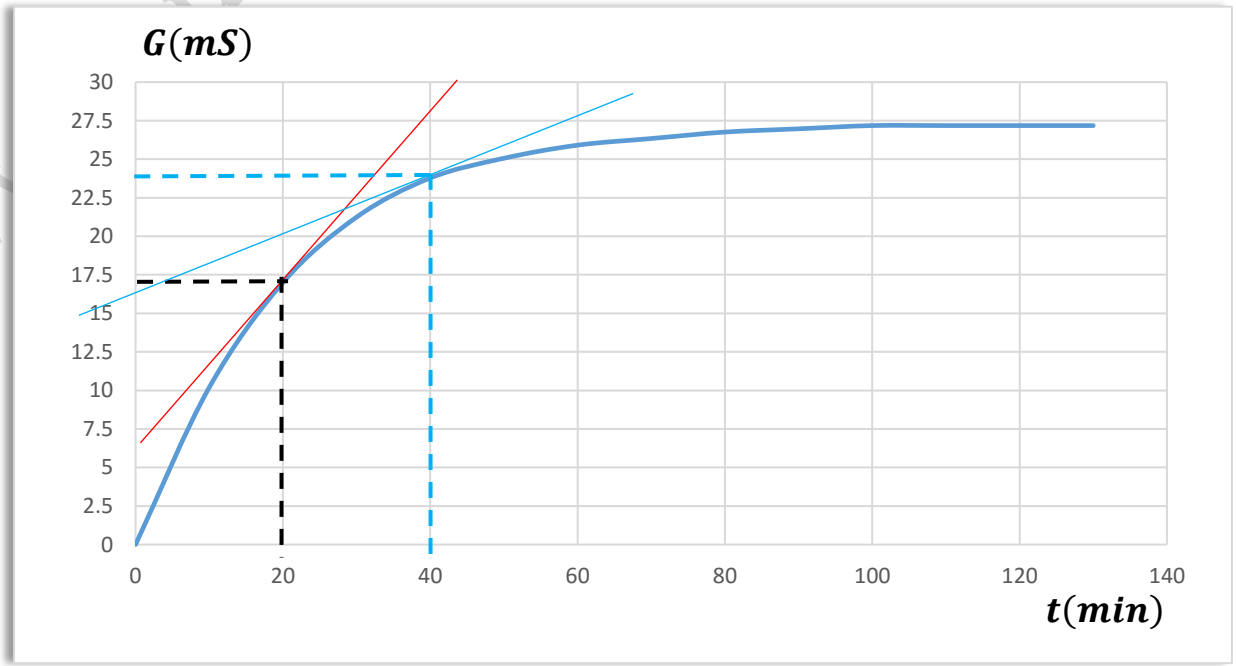
10 – دور الأسيتون في التفاعل:

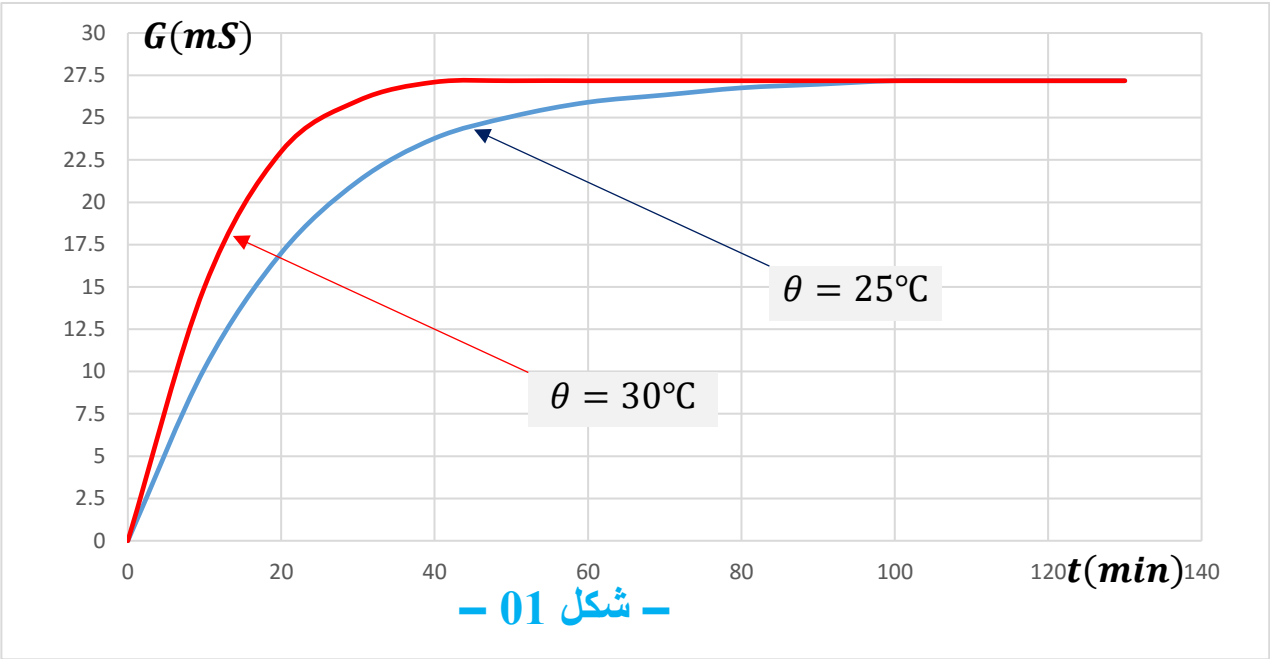
وسيط يعمل على تسريع التفاعل.

11 – رسم المنحنى بشكل كيفي في درجة حرارة $\theta = 30°C$.



– شكل 01 –





– شكل 01 –

هام جدا: لمشاهدة شرح التمرين على اليوتيوب اتّبع الرابط التالي:

https://youtu.be/UA3CBA6FGq0

www.youtube.com/PhysicsTube

physics tube
الأستاذ : طواهرية عبد العزيز
أستاذ العلوم الفيزيائية
www.facebook.com/physicstube
www.twitter.com/physicstube
www.youtube.com/physicstubeTV
plus.google.com/+physicstubeTV
www.instagram.com/physicstubeTV