

الحلقة (6) تمرين حول المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقليةنص التمرين:

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



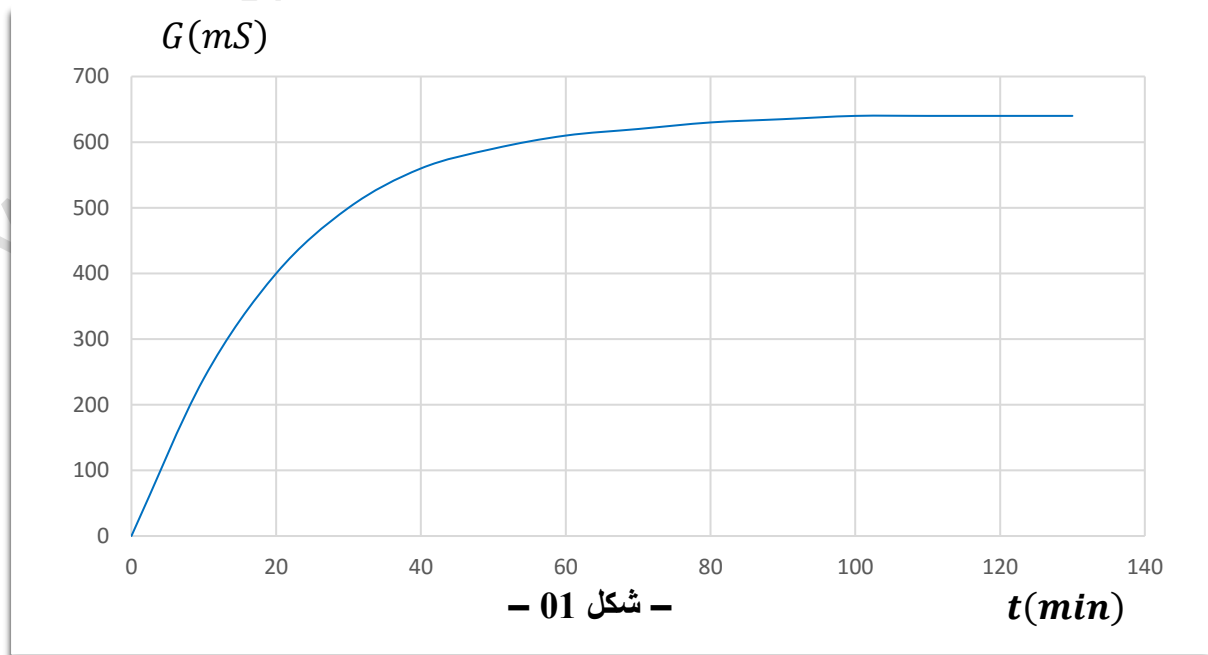
نحضر حجما $V = 100ml$ يتكون من من الماء المقطر وحجما $V_1 = 1ml$ من RBr وقليلًا من الأسيتون (الأسيتون هو مذيب عضوي دوره الحصول على خليط متجانس لأن الماء و RBr غير قابلين للامتزاج. نقيس تغيرات ناقلية المزيج بواسطة جهاز قياس الناقلية الذي ثابت خليته $K = 0.01m$ ، فنحصل على المنحنى - شكل 01 - وذلك في درجة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

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 - بين أن: $X(t) = n_0(HBr) \cdot \frac{G(t)}{G_f}$
- 9 - عرّف زمن نصف التفاعل ، ثم بين أن: $G(t_{1/2}) = \frac{G_f}{2}$ ، ثم استنتج قيمته من البيان.
- 10 - ما دور الأسيتون في التفاعل؟
- 11 - نقوم بإجراء نفس التجربة ولكن في درجة حرارة $\theta = 30^\circ C$.
- ارسم بشكل كيفي المنحنى الجديد في نفس المعلم السابق.

معطيات:

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



- 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 تمكنا من تتبع هذا التحول:

ط 01: المعايرة (حمض-أساس).

ط 02: قياس الـ PH.

3 - حساب كمية المادة الابتدائية:

لدينا:

$$n_0 = \frac{m}{M} \quad \rho(RBr) = \frac{m}{V_1} \quad m = \rho(RBr) \cdot V_1$$

$$n_0 = \frac{\rho(RBr) \cdot V_1}{M} \quad n_0 = \frac{(0,87) \cdot (1)}{136,9} \quad n_0 = 6,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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}

لـ 5

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

لدينا من جدول التقدم في الحالة الانتقالية:

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

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

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

لـ 6

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

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

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

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

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

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

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

الاستنتاج:

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

$$G(t) = K \cdot [\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}] \cdot \frac{x(t)}{V} \quad G_f = K \cdot [\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}] \cdot \frac{x_{max}}{V} \quad \text{I-7}$$

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

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

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

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

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

لدينا سابقا:

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

$$G_f = K \cdot [\lambda_{Br^-} + \lambda_{H^+}] \cdot \frac{n_0}{V} \quad \text{02}$$

بالقسمة العلاقة 01 على العلاقة 02 نجد أن:

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

$$\frac{G(t)}{G_f} = \frac{x(t)}{n_0}$$

$$\boxed{x(t) = n_0 \cdot \frac{G(t)}{G_f}}$$

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

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

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

لدينا سابقا:

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

لما: $t = t_{1/2}$

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

G_f

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

ولدينا أيضا سابقا:

$$G(t_{1/2}) = \frac{G_f}{2}$$

$$G(t_{1/2}) = \frac{27,18}{2} = 13,59 \text{ mS}$$

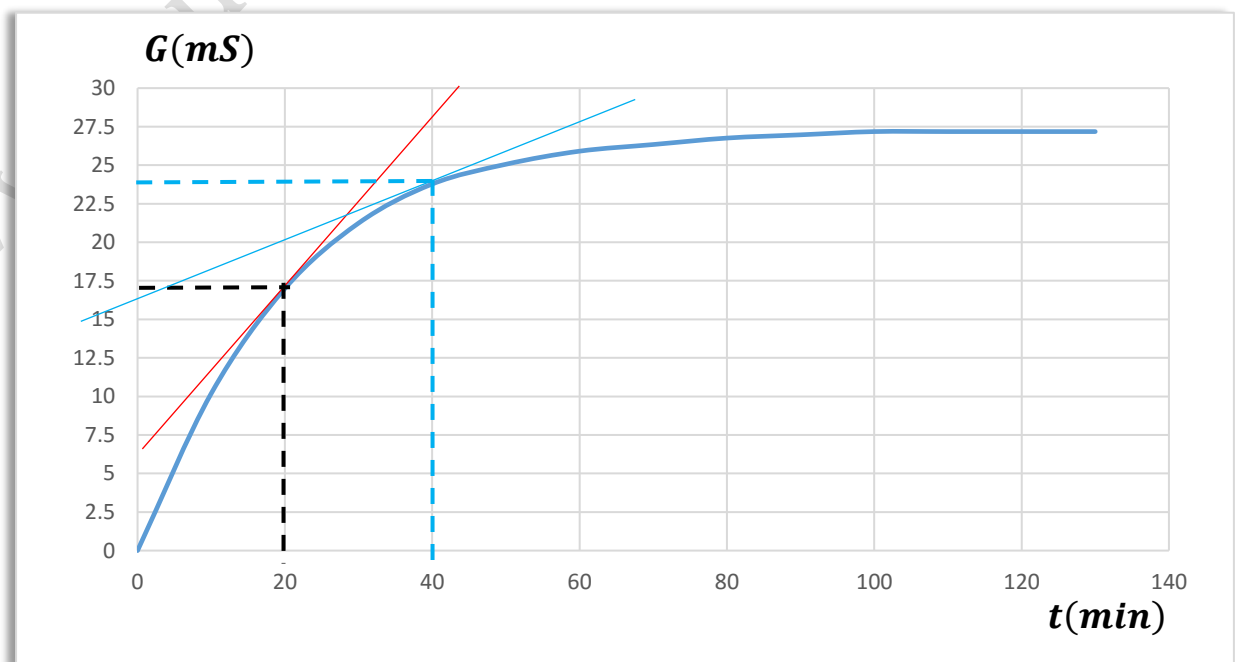
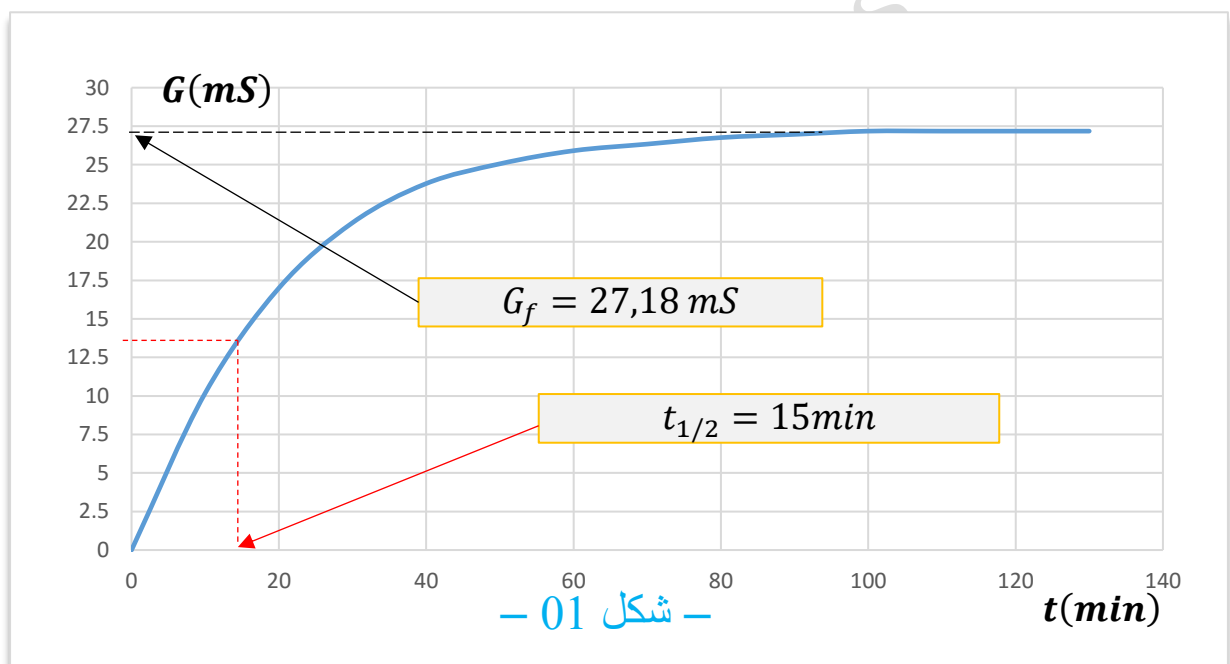
$$t_{1/2} = 15 \text{ min}$$

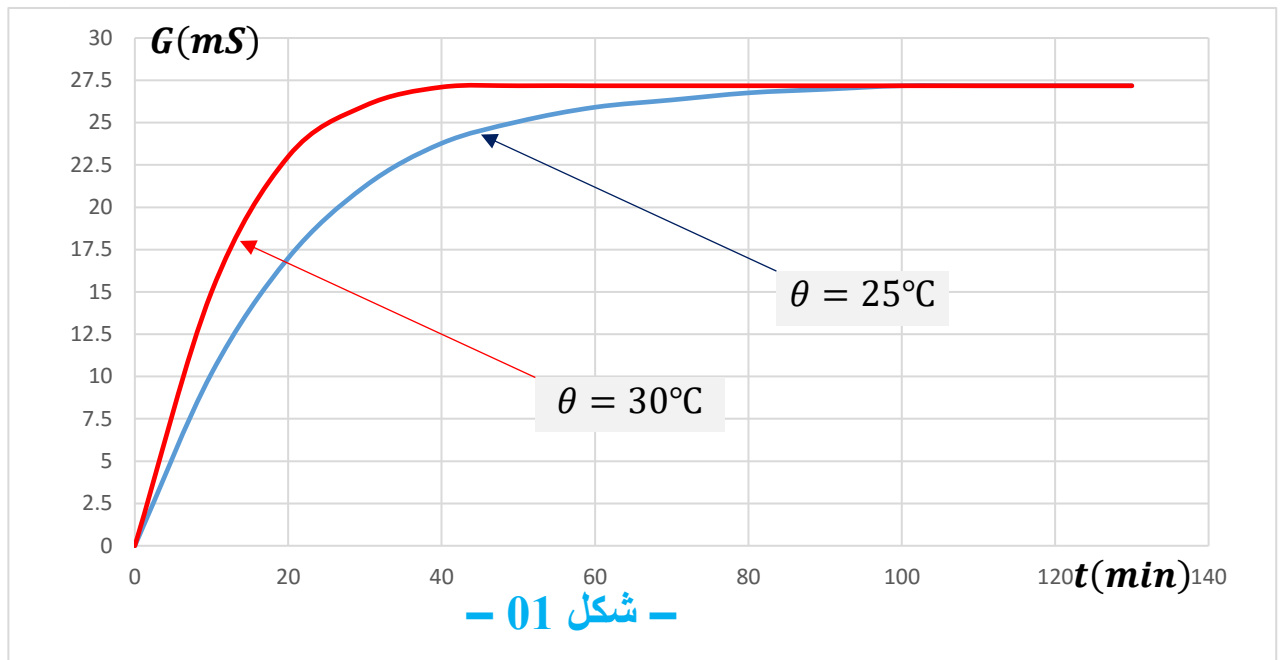
بالإسقاط على البيان نجد أن:

10 - دور الأسيتون في التفاعل:

وسيط يعمل على تسريع التفاعل.

11 - رسم المنحنى بشكل كافي في درجة حرارة $\theta = 30^\circ\text{C}$.





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

<https://youtu.be/UA3CBA6FGq0>



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