تصحيح مقترح للتمرين رقم 09 — مستوى الصعوبة: ★★★

1. **معادلة التفاعل وجدول تقدم التفاعل:**

- **معادلة التفاعل:**

$$Zn = Zn^{2+} + 2e^-$$
$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$\boldsymbol{Zn + I_2 = Zn^{2+} + 2I^-}$$

- **جدول تقدم التفاعل:**

معادلة التفاعل		Zn	+ I_2	= Zn^{2+}	+ $2\ I^-$
الحالة	التقدم	n(Zn)	$n(I_2)$	$n(Zn^{2+})$	$n(I^-)$
الابتدائية	0	$=m/M_1n$	$=CV_2n$	0	0
الوسطية	x	$n_1 - x$	$-x_2n$	x	$2\ x$
النهائية	x_{max}	$n_1 - x_{max}$	$-x_{max}\ _2n$	x_{max}	$2\ x_{max}$

2. **أ- المدة المستغرقة:**

لا، التفاعل ليس سريع لأنه استغرق مدة زمنية $900s$.

ب- إيجاد العبارة:

من جدول تقدم التفاعل لدينا:

$$n_t(I^-) = 2x \dots (1)$$

بقسمة العبارة (1) على حجم الوسط التفاعلي V، نجد:

$$[I^-]_t = 2\frac{x}{V} \dots (2)$$

أيضا من جدول تقدم التفاعل لدينا:

$$n_t(I_2) = n_2 - x$$

إذن:

$$[I_2]_t = C - \frac{x}{V} \dots (3)$$

بتعويض العبارة (2) في (3)، نجد:

$$\boldsymbol{[I_2]_t = C - \frac{[I^-]_t}{2}}$$

د- إكمال الجدول:

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$[I^-_{(aq)}](mmol/L)$	0	150	225	262,5	280	290	295	297,5	300	300
$[I_{2(aq)}](mmol/L)$	200	125	87,5	68,75	60	55	52,5	51,25	50	50

ج- رسم المنحنى البياني:

د- حساب قيمة التقدم الأعظمي:

من البيان لدينا:

$$[I_2]_f = 50\ mmol/L$$

ومن جدول تقدم التفاعل، لدينا أيضا:

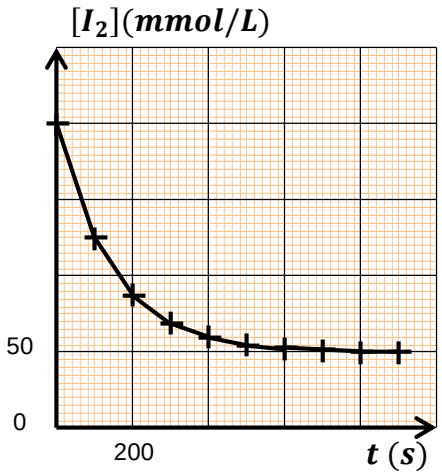
$$n_f(I_2) = n_2 - x_{max}$$

إذن:

$$[I_2]_f = C - \frac{x_{max}}{V}$$

منه:

$$x_{max} = V(C - [I_2]_f) = 100 \times 10^{-3} \times (200 - 50)$$
$$= 15\ mmol$$



3. **حساب السرعات الحجمية للتفاعل:**

لدينا من جدول تقدم التفاعل:

$$n_t(I_2) = n_2 - x \ldots (1)$$

باشتقاق العبارة (1)، نجد:

$$\frac{dn_t(I_2)}{dt} = \frac{dn_2}{dt} - \frac{dx}{dt} \ldots (2)$$

ومن جهة أخرى، نعلم أن:

$$\begin{cases} n_t(I_2) = [I_2]_t . V \\ v_{vol} = \frac{1}{V} . \frac{dx}{dt} \end{cases}$$

إذن، تصبح العبارة (2) من الشكل التالي:

$$\frac{d([I_2]_t . V)}{dt} = -v_{vol} . V$$

ومنه:

$$\boldsymbol{v_{vol} = -\frac{d([I_2]_t)}{dt}}$$

- **عند اللحظة $t = 200s$:**

$$v_{vol} = -\frac{d([I_2]_t)}{dt}\Big|_{t=200\ s} = -\frac{(87{,}5 - 142{,}5)}{200 - 0} = \mathbf{0{,}275\ mmol/L.s}$$

- **عند اللحظة $t = 500s$:**

$$v_{vol} = -\frac{d([I_2]_t)}{dt}\Big|_{t=500\ s} = -\frac{(55 - 72{,}5)}{500 - 0} = \mathbf{0{,}035\ mmol/L.s}$$

- **التفسير المجهري:**

نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تتناقص مع مرور الزمن، وذلك راجع لتناقص تراكيز المتفاعلات في الوسط التفاعلي مما أدى إلى انخفاض تواتر التصادمات الفعالة.

4. **اثبات عبارة التركيز:**

عند $t = t_{1/2}$:

$$n_{1/2}(I_2) = n_2 - x_{1/2} \ldots (1)$$

عند $t = t_f$:

$$n_f(I_2) = n_2 - x_f$$

منه:

$$x_f = n_2 - n_f(I_2) \dots (2)$$

ونعلم حسب تعريف زمن نصف التفاعل:

$$x_{1/2} = \frac{x_f}{2} \dots (3)$$

ومنه بتعويض (3) في (1)، نجد:

$$n_{1/2}(I_2) = n_2 - \frac{x_f}{2} \dots (4)$$

أيضا بتعويض (2) في (4)، نجد:

$$n_{1/2}(I_2) = n_2 - \frac{n_2 - n_f(I_2)}{2}$$

ومنه:

$$\frac{n_{1/2}(I_2)}{V} = \frac{C.V + [I_2]_f.V}{2V}$$

إذن:

$$\boldsymbol{[I_2]_{1/2} = \frac{C + [I_2]_f}{2}}$$

- **استنتاج زمن نصف التفاعل:**

$$[I_2]_{1/2} = \frac{C + [I_2]_f}{2} = \frac{200 + 50}{2} = \boldsymbol{125\ mmol/L}$$

بالإسقاط على البيان، نجد:

$$\boldsymbol{t_{1/2} = 100\ s}$$

5. **حساب درجة النقاوة:**

من البيان نستنتج أن التوتياء هو المتفاعل المحد، إذن من جدول التقدم لدينا:

$$n_f(Zn) = \frac{m'}{M(Zn)} - x_{max} = 0$$

منه:

$$m' = M(Zn) \times x_{max} = 65{,}4 \times 15 \times 10^{-3} = \boldsymbol{0{,}981\ g}$$

ومن جهة أخرى نعلم أن:

$$P(\%) = \frac{m'}{m} \times 100 = \frac{0{,}981}{1{,}3} \times 100 = \boldsymbol{75{,}46\%}$$

6. **حساب التركيب المولي للمزيج:**

$$n_{1/2}(I_2) = CV - x_{1/2} = (0{,}2 \times 100) - 7{,}5 = \boldsymbol{12{,}5\ mmol}$$

$$n_{1/2}(Zn) = \frac{m'}{M} - x_{1/2} = \left(\frac{0{,}981}{65{,}4} \times 10^3\right) - 7{,}5 = \boldsymbol{7{,}5\ mmol}$$

$$n_{1/2}(I^-) = 2x_{1/2} = 2 \times 7{,}5 = \boldsymbol{15\ mmol}$$

$$n_{1/2}(I^-) = x_{1/2} = 7{,}5 = \boldsymbol{7{,}5\ mmol}$$