

# التتبع الزمني لتحول كيميائي – سرعة التفاعل

## تمارين مرفقة بالحلول

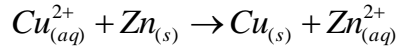
فيزياء تارودانت



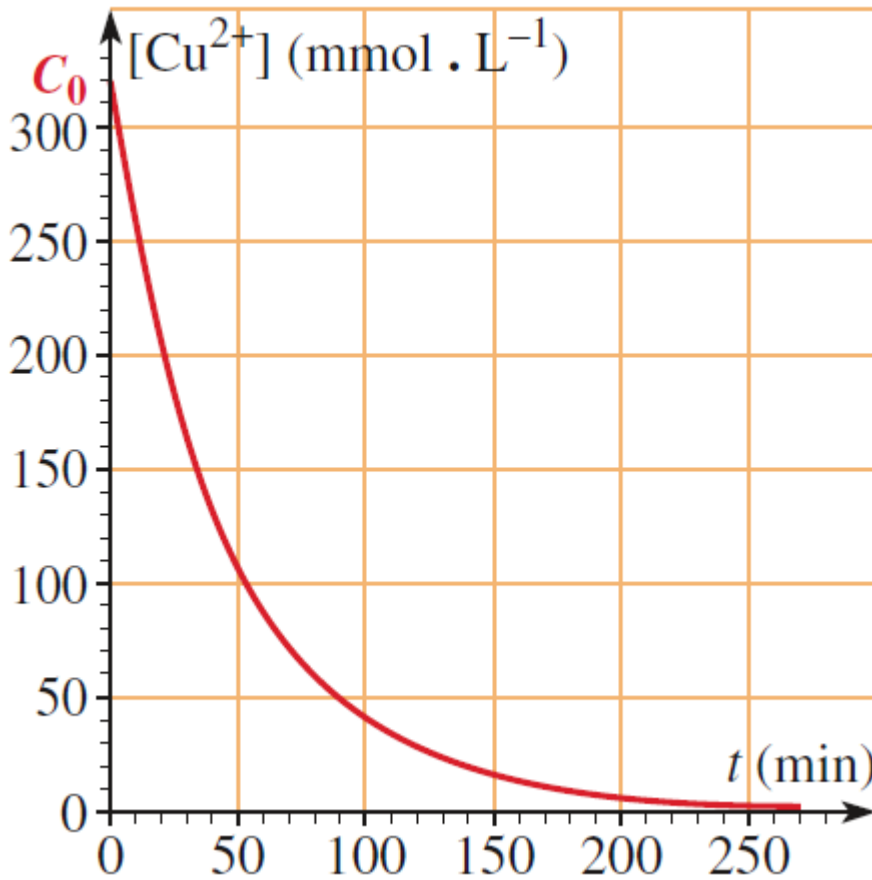
<http://phychi.voila.net>

### التمرين الأول:

عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  ، نضع في كأس كمية وافرة من مسحوق الزنك و نضيف إليها محلول كبريتات النحاس II تركيزه  $C_0$  ، فيتم اختزال أيونات النحاس II وفق المعادلة الكيميائية التالية.



- 1- حدد المزدوجتين مؤكسد- مختزل المشاركتين في هذا التفاعل محددًا المؤكسد و المختزل القويين.
- 2- نحدد تركيز أيونات النحاس II عند لحظات مختلفة و نمثل تطوره بدلالة الزمن  $t$ ، فنحصل على المبيان التالي:



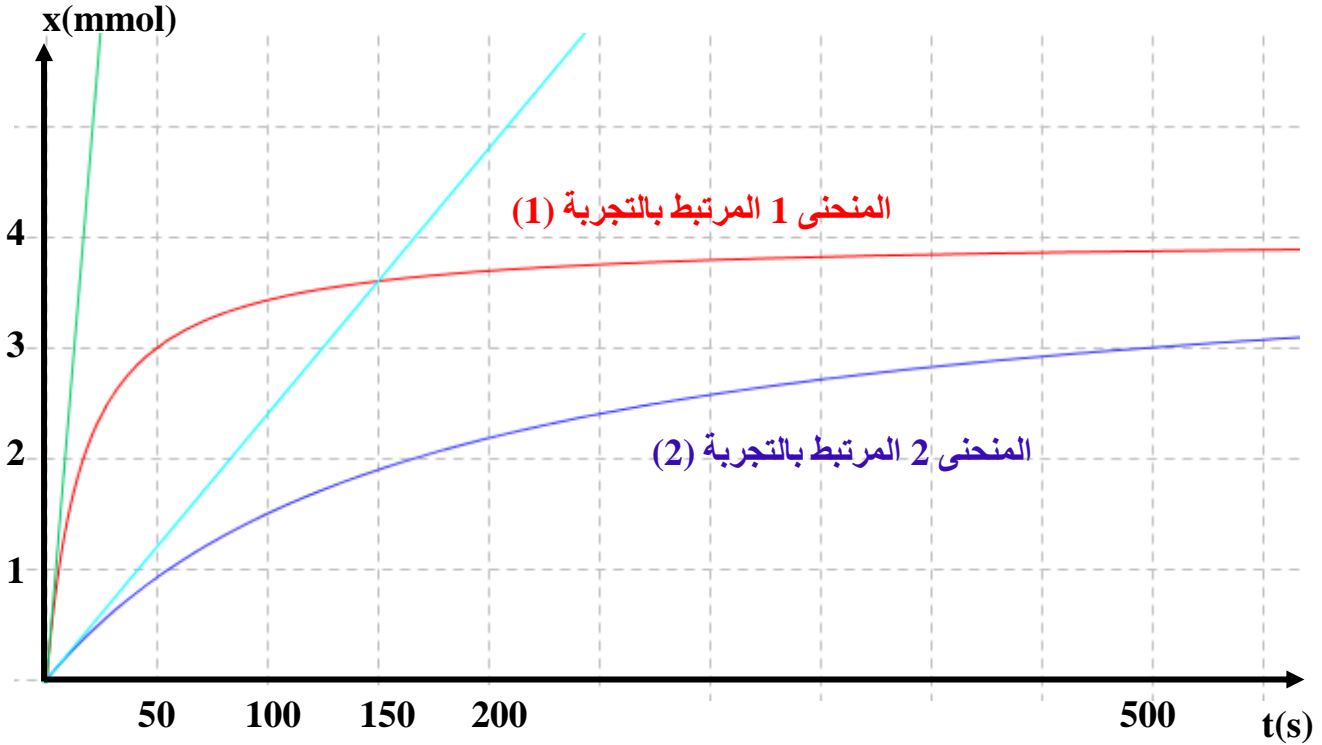
<http://phychi.voila.net>



- 1-2- حدد التركيز البدئي و النهائي لأيونات النحاس II و اسنتج طبيعة التفاعل معلا جوابك.
- 2-2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.
- 3-2- حدد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- 4-2- أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل و احسب قيمتها عند اللحظتين  $t=0\text{min}$  و  $t_{1/2}$ .
- 5-2- ما هو العامل الحركي المبرز خلال هذه التجري.
- 6-2- علل تغير السرعة الملاحظ خلال السؤال 4-2.

### التمرين الثاني:

ننجز تجربتين لتحول كيميائي بين نفس المتفاعلات في شروط مختلفة ، و عند تمثيل التقدم  $x$  للتفاعل نحصل على المنحنيين التاليين:



- 1- حدد شرطين يمكن أن تختلف فيهما شروط التجريبتين.
- 2- أي التفاعلين أسرع؟ علل جوابك.
- 3- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t=0\text{s}$  في كل تجربة، علما أن حجم الخليط المتفاعل في كل تجربة هو  $V=100\text{mL}$ .
- يمثل المستقيمان الممثلان في المبيان مماسي منحني تطور التقدم  $x$  عند اللحظة  $t=0$  للتجربتين.
- 4- حدد زمن نصف التفاعل في كل حالة باعتبار أن العامل الحركي الذي تم تغييره من تجربة إلى أخرى هو درجة الحرارة.
- 5- باعتبار أننا أنجزنا التجريبتين في درجتي حرارة مختلفتين  $T_1$  و  $T_2$  ، قارن بين  $T_1$  و  $T_2$ . علل جوابك.



## التمرين الثالث:

عند دراسة تفاعل كيميائي نتقبل أن تعبير التقدم  $x$  لهذا التفاعل يكتب بدلالة الزمن  $t$  كالتالي:

$$x(t) = \frac{2t}{1+5t} \text{ (mmol)} , t(\text{h})$$

وحدة الزمن  $t$  هي الساعة.  
وحدة التقدم  $x$  هي mmol

- 1- حدد القيمتين البدئية و النهائية لتقدم التفاعل  $x$ .
- 2- حدد زمن نصف التفاعل.
- 3- حدد تعبير السرعة الحجمية بدلالة الزمن  $t$  مبينا رمز وحدتها، علما أن حجم الخليط المتفاعل هو  $V=100\text{mL}$ .
- 4- استنتج قيمة السرعة الحجمية البدئية.
- 5- بين انطلاقا من تعبير  $x(t)$  أن التقدم  $x$  دالة تزايدية بدلالة الزمن.
- 6- نرسم للمنحنى الذي يمثل تطور التقدم  $x$  بدلالة الزمن  $t$  بالرمز (C).
- 6-1- أوجد معادلة المستقيم (T) المماس للمنحنى (C) عند اللحظة  $(t=0\text{s})$ .
- 6-2- املأ الجدول التالي:

t (h)	0	0,25	0,5	0,75	1	4	10
x(t) mmol							

- 6-3- مثل المستقيم (T) و المنحنى (C).
- 7- نعبر الآن عن التقدم  $x$  بدلالة الزمن بالعلاقة:

$$x(t) = \frac{at}{1+bt}$$

- مع  $a$  و  $b$  عدنان حقيقيان موجبان.
- 7-1- أوجد تعابير التقدم النهائي  $x_f$  و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  و السرعة الحجمية البدئية  $v_0$  بدلالة معطيات التمرين الجديدة.
  - 7-2- عبر عن  $a$  و  $b$  بدلالة  $t_{1/2}$  و  $v_0$  و  $V$ .
  - 7-3- عبر عن التقدم  $x(t)$  بدلالة  $t$  و  $t_{1/2}$  و  $v_0$  و  $V$ .
  - 7-4- عبر عن السرعة الحجمية  $v(t)$  بدلالة  $t$  و  $t_{1/2}$  و  $v_0$ .

<http://phychi.voila.net>

<http://phychi.voila.net>



## الأجوبة

### التمرين الأول:

1- المزدوجتان مؤكسد – مختزل المشاركتان في التفاعل هما:  $Zn^{2+}/Zn$  و  $Cu^{2+}/Cu$

المؤكسد القوي :  $Cu^{2+}$

المختزل القوي: Zn

-2

-1-2

نستنتج من المبيان أن:

$$[Cu^{2+}]_{(t=0min)} = 0,32mol.L^{-1}$$

$$[Cu^{2+}]_f = 0mol.L^{-1}$$

التفاعل كلي لأن أيونات النحاس II تختفي كلياً عند نهايته.

-2-2

$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$					معادلة التفاعل	
كمية المادة (mol)					التقدم x(mol)	الحالة
$n_{01}=C_0V$	بوفرة		0	0	0	الحالة البدئية
$C_0V - x$	بوفرة		x	x	x	خلال التحول
$C_0V - x_{max}$	بوفرة		$x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$	الحالة النهائية

-3-2

لدينا حسب جدول التقدم:

$$x_f = x_{max} = C_0V$$

و بالتالي:

$$x(t = t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{C_0V}{2}$$

و من ثم فإن:

$$[Cu^{2+}](t = t_{1/2}) = \frac{C_0V - x(t = t_{1/2})}{V} = \frac{C_0V - \frac{C_0V}{2}}{V} = \frac{C_0}{2}$$

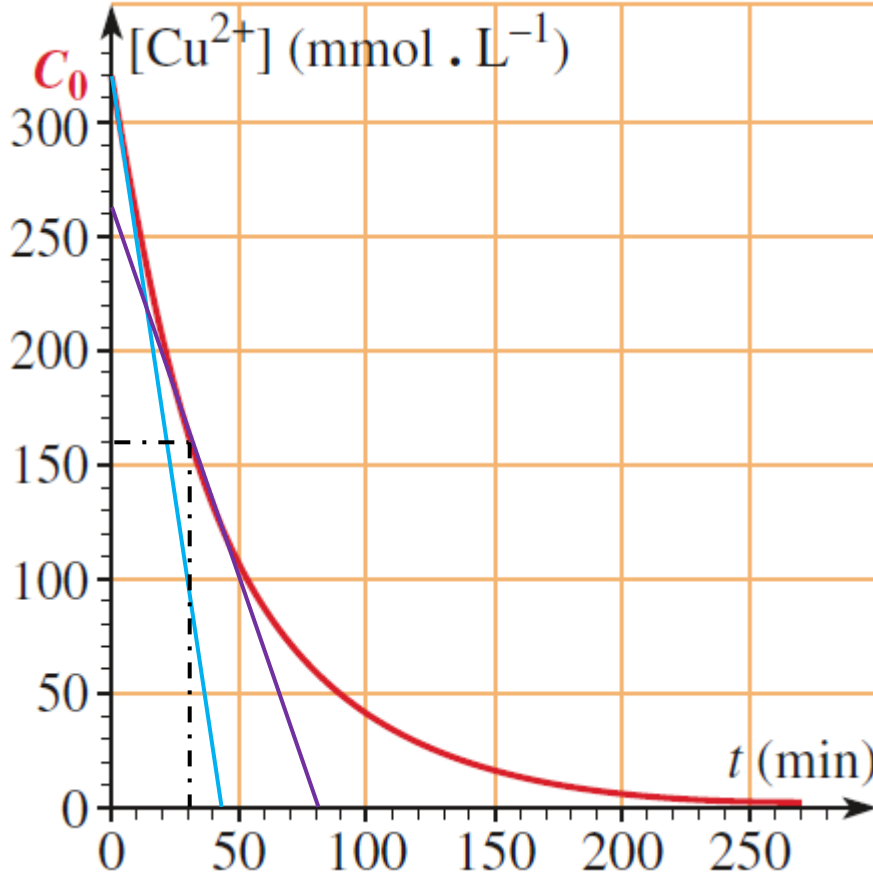
$$[Cu^{2+}](t = t_{1/2}) = 0,16mol/L$$

نقرأ على المنحنى أن الزمن الموافق للتركيز  $[Cu^{2+}](t = t_{1/2}) = 0,16mol/L$  هو  $t_{1/2} \approx 30min$ .



$$v(t) = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt} = - \frac{d[\text{Cu}^{2+}]}{dt}$$

نمثل مماسي منحنى تطور  $[\text{Cu}^{2+}]$  بدلالة الزمن عند اللحظتين 0min و  $t_{1/2} \approx 30\text{min}$  و نختار نقطتين من كل مماس:



$$v(t) = - \frac{\Delta[\text{Cu}^{2+}]}{\Delta t}$$

$$v(t=0) = - \frac{(0,32-0)}{(0-42)} \approx 7,6 \text{ mmol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$v(t=t_{1/2}) = - \frac{(0,26-0)}{(0-80)} \approx 3,25 \text{ mmol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

5-2- العامل الحركي المبرز خلال هذه التجربة هو تراكيز المتفاعلات، حيث أنها تتناقص تدريجياً مع تطور التفاعل.

6-2- يعزى تناقص السرعة الحجمية الملاحظ إلى تناقص تركيز المتفاعل أيون النحاس II .



## التمرين الثاني:

- 1- درجة الحرارة و التراكيز البدئية للمتفاعلات.
- 2- التفاعل أسرع في التجربة (1) لأننا نصل إلى الحالة النهائية للتفاعل في وقت أصغر مقارنة مع التجربة (2).
- 3- لدينا تعبير السرعة الحجمية:

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

و بالتالي نختار نقطتين من المستقيمين المماسين للمنحنيين عند اللحظة  $t=0s$ ، بحيث نعبر عن السرعة الحجمية في هذه اللحظة باستعمال إحداثيتي هاتين النقطتين باعتبار العلاقة التالية:

$$v(t=0) = \frac{1}{V} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{V} \frac{(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1}$$

ت ع:

$$v_1(t=0) = \frac{1}{0,1} \frac{(4-0)}{(17-0)} = 2,35 \text{mmol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_2(t=0) = \frac{1}{0,1} \frac{(4-0)}{(167-0)} = 0,24 \text{mmol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

4- لدينا حسب المبيان

$$x_f = 4 \text{mmol}$$

إذن:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 2 \text{mmol}$$

نعمد الآن المبيان لتحديد الزمن الموافق للتقدم  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 2 \text{mmol}$  في كل تجربة، حيث نجد:

$$(t_{1/2})_1 = 16,7 \text{s}$$

$$(t_{1/2})_2 = 166,7 \text{s}$$

5- درجة الحرارة عامل حركي ، حيث ترتفع سرعة التفاعل كلما ارتفعت درجة حرارة الخليط المتفاعل، و بما أن التفاعل أسرع في التجربة الأولى، إذن فدرجة حرارة الخليط في هذه التجربة أكبر مما عليه في التجربة الثانية:

$$T_1 > T_2$$



## التمرين الثالث:

1- التقدّم البدئي:

$$x(t=0) = \frac{2.0}{1+5.0} = 0 \text{ mol}$$

$$x_f = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{2t}{1+5t} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{2t}{5t} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ mmol}$$

2- لدينا:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 0,2 \text{ mmol}$$

إذن:

$$0,2 = \frac{2t_{1/2}}{1+5t_{1/2}}$$

$$0,2(1+5t_{1/2}) = 2t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 0,2 \text{ h} = 12 \text{ min}$$

3- لدينا:

$$v(t) = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt} = \frac{1}{0,1} \frac{2}{(1+5t)^2} = \frac{2}{0,1(1+5t)^2} = \frac{20}{(1+5t)^2} (\text{mmol.L}^{-1}.\text{h}^{-1})$$

4-

$$v(t=0) = \frac{20}{(1+5.0)^2} = 20 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$$

5- لدينا:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{2}{(1+5t)^2} > 0, \forall (t)$$

إذن x دالة تزايدية بدلالة t.

6-

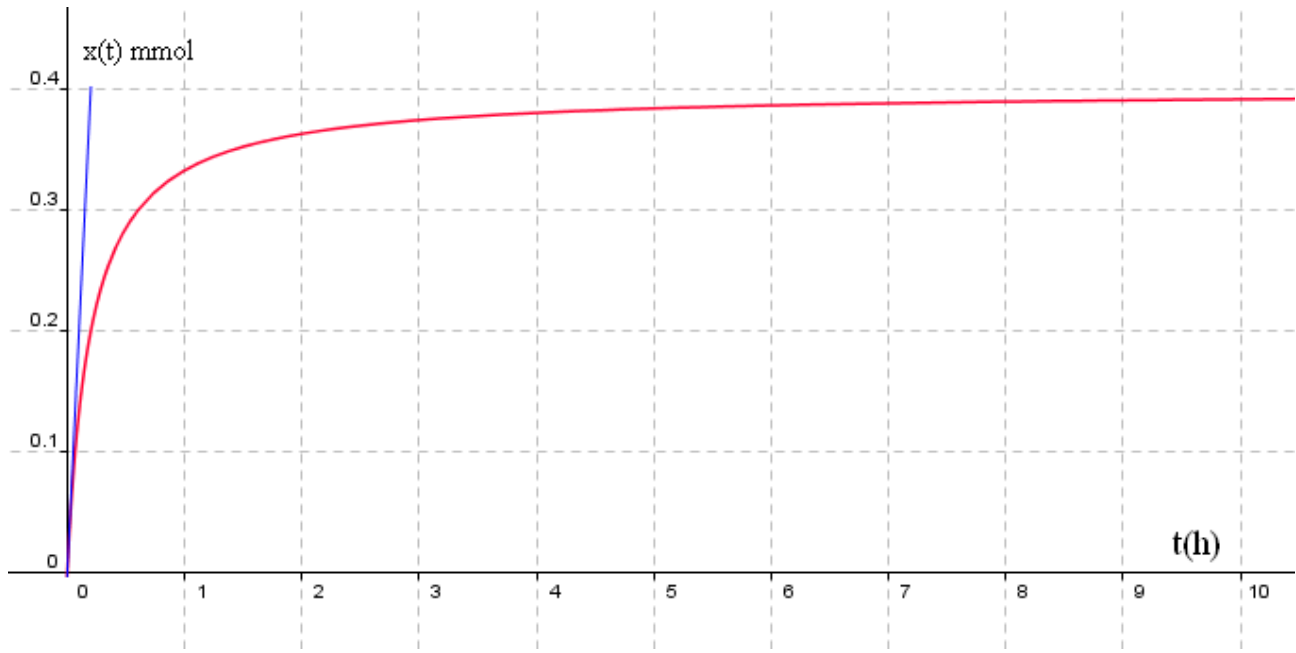
1-6- معادلة المماس (T) للمنحنى عند اللحظة t=0:

$$y = x(t=0) + \left( \frac{dx(t)}{dt} \right)_{t=0} \cdot (t-0) = 0 + 2t = 2t (\text{mmol})$$

2-6

t (h)	20	10	4	1	0,75	0,5	0,25	0
x(t) mmol	0,40	0,39	0,38	0,33	0,32	0,29	0,22	0





-7

-1-7- لدينا:

- تعبير  $x_f$ 

$$x_f = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{at}{1+bt} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{at}{bt} = \frac{a}{b}$$

$$x_f = \frac{a}{b}$$

- تعبير  $t_{1/2}$ 

نعلم أن:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{a}{2b}$$

بعد التعويض في العلاقة  $x(t)$  نحصل على:

$$\frac{x_f}{2} = \frac{a}{2b} = \frac{at_{1/2}}{1+bt_{1/2}}$$

$$2bt_{1/2} = 1+bt_{1/2}$$

إذن:

$$t_{1/2} = \frac{1}{b}$$

تعبير  $v_0$ :

لدينا:





$$\frac{dx}{dt} = \frac{a}{(1+bt)^2}$$

إذن:

$$v_0 = \frac{1}{V} \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} = \frac{1}{V} \frac{a}{(1+b \cdot 0)^2} = \frac{a}{V}$$

$$v_0 = \frac{a}{V}$$

2-7- لدينا:

$$t_{1/2} = \frac{1}{b}$$

إذن

$$b = \frac{1}{t_{1/2}}$$

لدينا:

$$v_0 = \frac{a}{V}$$

إذن:

$$a = Vv_0$$

3-7

لدينا:

$$x(t) = \frac{at}{1+bt}$$

بعض تعويض a و b نحصل على:

$$x(t) = \frac{Vv_0 t}{1 + \frac{t}{t_{1/2}}}$$

4-7- لدينا:

$$v(t) = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{v_0}{\left(1 + \frac{t}{t_{1/2}}\right)^2}$$



# PCtaroudant 2010

---

<http://phychi.voila.net>

