

## الاستنتاج الرياضي لمعادلات السرعة

### تفاعل من المرتبة صفر:

من أجل التفاعل التالي: نواتج  $aA \rightarrow$

تعطى معادلة السرعة كما وجدنا سابقاً:  $\text{السرعة} = -\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right)$

أو:  $\text{السرعة} = k[A]^0$

حيث أن التفاعل من المرتبة صفر، بالمساواة بين علاقتي السرعة نجد:

$$-\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right) = k[A]^0$$

ويمكن أن نكتب هذه العلاقة الرياضية بشكلها التفاضلي من أجل تغيرات صغيرة جداً في التركيز.

$$-\frac{1}{a} \left( \frac{d[A]}{dt} \right) = k$$

نعيد ترتيب العلاقة السابقة ونكاملها تكاملاً محدوداً فنجد:

$$-\frac{d[A]}{dt} = a.k$$

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} d[A] = a.k \int_0^t dt$$

$$-[A]_{[A]_0}^{[A]} = a.k[t]_0^t$$

$$\Rightarrow -[A] + [A]_0 = k.t$$

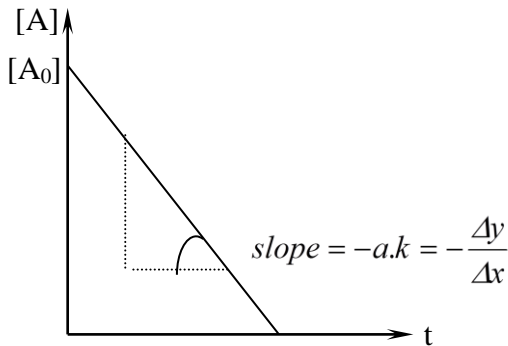
$$\Rightarrow [A] = [A]_0 - a.k.t$$

من أجل التكامل غير محدود

$$-\int d[A] = a.k \int dt$$

$$[A] = \text{const.} - akt$$

بالتمثيل البياني للتركيز بدلالة الزمن نحصل على خط مستقيم متناقص من ميله يحسب ثابت السرعة وقيمة الثابت تمثل التركيز الابتدائي كما في الشكل.



### زمن نصف تفاعل من المرتبة صفر:

بالتعريف هو الزمن اللازم لوصول تركيز المواد المتفاعلة إلى نصف تركيزها البدائي، أو هو الزمن اللازم لزيادة تركيز المادة الناتجة عن التفاعل بمقدار نصف الكمية اللازمة ليصل التفاعل لحد الكمال.

$$\frac{[A]_0}{2} = [A]_0 - a.k.t_{1/2} \Rightarrow -\frac{[A]_0}{2} = -a.k.t_{1/2}$$
$$\Rightarrow t_{1/2} = \frac{[A]_0}{.2a.k}$$

من المعادلة الأخيرة ومعادلة السرعة نستنتج أن وحدة  $k$  هي:  $\frac{mol}{time}$ .

### تفاعل من المرتبة الأولى:

من أجل التفاعل التالي:  $aA \rightarrow$  نواتج

تعطى معادلة السرعة كما وجدنا سابقاً:  $السرعة = -\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right)$

وبما أن التفاعل من المرتبة الأولى فإن السرعة تتناسب طردياً مع تركيز المادة  $A$ ، إذاً:

$$-\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right) = k[A]^1$$

ويمكن أن نكتب هذه العلاقة الرياضية بشكلها التفاضلي من أجل تغيرات صغيرة جداً في التركيز.

$$-\frac{1}{a} \left( \frac{d[A]}{dt} \right) = k[A]^1$$

نعيد ترتيب العلاقة السابقة ونكاملها تكاملاً محدوداً فنجد:

$$-\frac{d[A]}{[A]} = a.k.dt$$

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = a.k \int_0^t dt$$

$$-[\ln[A]]_{A_0}^A = ak[t]_0^t$$

$$-(\ln[A] - \ln[A]_0) = a.k.(t - 0)$$

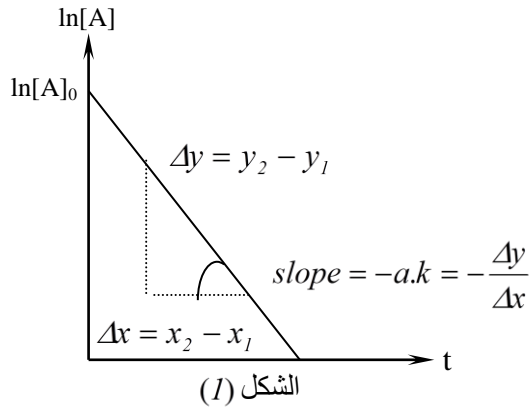
$$\ln[A]_0 - \ln[A] = akt$$

$$\ln[A] = \ln[A]_0 - akt \quad (1)$$

$$\Rightarrow \ln \frac{[A]_0}{[A]} = a.k.t \quad (2)$$

تمثل العلاقة الخطية (1) معادلة خط مستقيم متناقص قطعاً لمحور  $y$  عند النقطة  $b$  تساوي قيمتها لغارتم التركيز البدائي في اللحظة صفر وميله  $m$  سالب كما في الشكل.

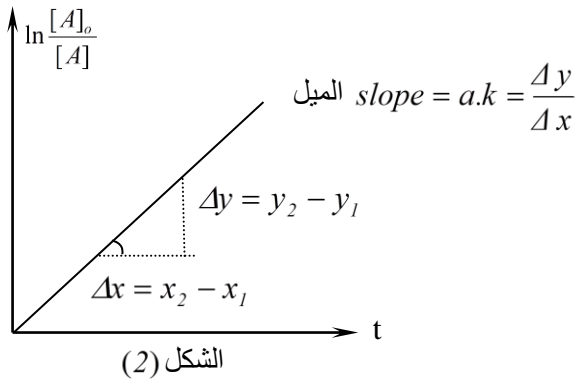
$$y = b - m.x$$



وتمثل العلاقة (2) خطأ مستقيماً متزايداً ماراً من مبدأ الإحداثيات من أجل المعادلة الثانية كما في الشكل.

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = a.k.t$$

$$y = mx$$



### زمن نصف تفاعل من المرتبة الأولى:

$$[A] = \frac{[A]_0}{2} \Rightarrow \ln \frac{[A]_0}{\frac{[A]_0}{2}} = a.k.t_{1/2}$$
$$\Rightarrow \ln 2 = a.k.t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{0.693}{a.k}$$

وبالتالي نلاحظ أن زمن نصف تفاعلات المرتبة الأولى مستقلة عن تركيز المواد المتفاعلة. أما بالنسبة لوادة ثابت السرعة  $k$  يمكن استنتاجه من معادلة السرعة أو من معادلة زمن نصف التفاعل وتكون واحدته  $\frac{l}{time}$  أي أن وحدة  $k$  مستقل عن التركيز.

### تفاعل من المرتبة الثانية:

من أجل التفاعل التالي:  $aA \rightarrow$  نواتج

تعطى معادلة السرعة كما وجدنا سابقاً:  $السرعة = -\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right)$

وبما أن سرعة التفاعل من المرتبة الثانية تتناسب مع مربع تركيز المادة  $A$  إذاً:

$$-\frac{1}{a} \left( \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right) = k[A]^2$$

ونكتب هذه العلاقة الرياضية بشكلها التفاضلي من أجل تغيرات صغيرة جداً في التركيز.

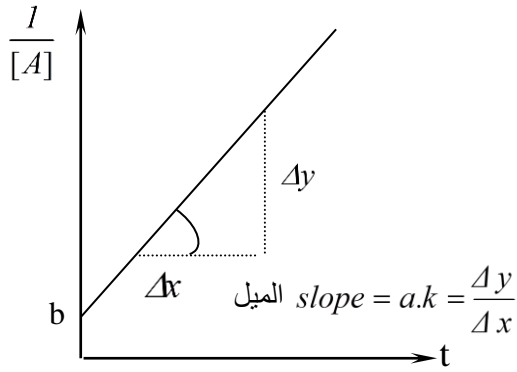
$$-\frac{1}{a} \left( \frac{d[A]}{dt} \right) = k[A]^2$$

نعيد ترتيب هذه العلاقة ونكاملها تكاملاً محدوداً فنجد:

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = a.k.dt$$
$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = a.k \int_0^t dt$$

هذا التكامل من النوع الكسري وتكامله المحدود من الشكل:

$$-\left[ -\frac{1}{[A]} \right]_{[A]_0}^{[A]} = a.k.[t]_0^t$$
$$-\left[ -\frac{1}{[A]} + \frac{1}{[A]_0} \right] = a.k.(t - 0)$$



$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = a.k.t$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + a.k.t$$

تمثل العلاقة الأخيرة معادلة الخطية حيث ترسم

تغيرات  $\frac{1}{[A]}$  على محور  $y$  بدلالة  $t$  على محور  $x$ .

يتقاطع هذا الخط مع المحور  $y$  عند النقطة  $b$  التي

تمثل مقلوب التركيز البدائي للمادة  $A$  في اللحظة صفر. ويمثل ميل الخط قيمة  $a.k$ .

**زمن نصف تفاعل من المرتبة الثانية:**

$$[A] = \frac{[A]_0}{2}$$

$$\frac{1}{\frac{[A]_0}{2}} - \frac{1}{[A]_0} = a.k.t_{1/2}$$

$$\frac{2}{[A]_0} - \frac{1}{[A]_0} = a.k.t_{1/2}$$

$$\frac{1}{[A]_0} = a.k.t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{a.k.[A]_0}$$

من علاقة السرعة وعلاقة زمن نصف التفاعل نستنتج أن واحدة  $k$  هي  $\frac{1}{mol.time}$  أي تعتمد على

التركيز.

## خلاصة

من أجل التفاعل العام:  $aA \rightarrow$  نواتج

	مرتبة التفاعل		
	الصفر	الأولى	الثانية
معادلة السرعة	$V = k$	$V = k[A]$	$V = k[A]^2$
معادلة السرعة التكاملية	$[A] = [A]_0 - a.k.t$	$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = a.k.t$	$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = a.k.t$
زمن نصف التفاعل	$\frac{[A]_0}{2.a.k}$	$\frac{0.693}{a.k}$	$\frac{1}{a.k.[A]_0}$
الخط البياني	$[A] vs. t$	$\ln[A] vs. t$	$\frac{1}{[A]} vs. t$

متزايد مع الزمن	متناقص مع الزمن	متناقص مع الزمن	شكل الخط البياني
$a.k$	$-a.k$	$-a.k$	ميل الخط البياني
$\frac{1}{[A]_0}$	$\ln[A]_0$	$[A]_0$	تقاطع مع المحور y
$mol^{-1}.time^{-1}$	$time^{-1}$	$mol.time^{-1}$	وحدة k

### نستنتج مما سبق مايلي:

يمكن معرفة مرتبة التفاعل وثابت السرعة والتركيز البدائي للمادة المتفاعلة وذلك إذا علمنا تغير قيمة تركيز المادة المتفاعلة مع الزمن، برسم تغيرات قيمة التركيز أولغارتم التركيز أو مقلوب التركيز بدلالة الزمن بالتالي الخط البياني الذي يعطي خطأ مستقيماً هو الذي يدل على مرتبة التفاعل.

### تأثير درجة الحرارة وعلاقة أرنويس:

إن رفع درجة الحرارة بمقدار عشرة درجات مئوية يؤدي لتضاعف سرعة التفاعل سواء أكان ماصاً أو ناشراً للحرارة، وذلك وفقاً لما سبق إن أي تفاعل كيميائي يحتاج لطاقة تنشيط فقد عبر العالم أرنويس بعلاقة رياضية تربط بين ثابت سرعة التفاعل وطاقة التنشيط ودرجة الحرارة.

$$k = A \cdot \exp\left[\frac{-E_a}{RT}\right]$$

حيث أن k: ثابت سرعة التفاعل النوعي.

A: ثابت.  $E_a$ : طاقة التنشيط.

R: ثابت الغازات العام و T: درجة الحرارة المطلقة.

إن مفهوم طاقة التنشيط لتفاعل هو أن التفاعل لا يحدث ما لم تمتص الجزيئات المتفاعلة قدرًا من الطاقة يؤدي إلى إضعاف الروابط بين الجزيئات المتفاعلة. ويُدعى الحد الأدنى الذي يجب أن تمتلكه الجزيئة لتكون قادرة على التفاعل بطاقة التنشيط، حيث يمكن أن تكتسبها الجزيئات من تأثير الطاقة الضوئية أو نتيجة لأثر التصادم بين الجزيئات يؤدي إلى تبادل الطاقة بينها وكذلك الطاقة الحرارية التي تؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات القادرة على عبور حاجز التنشيط.

تُستخدم العلاقة أرنويس لمعرفة قيمة  $E_a$  وذلك كما يلي:

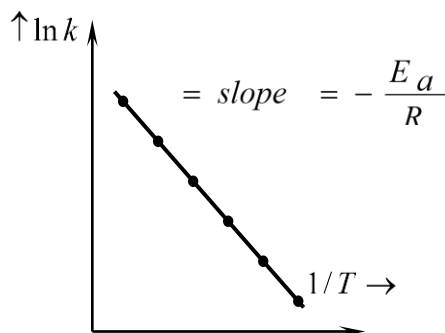
$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) \quad \text{نأخذ لغارتم الطرفين فينتج لدينا:}$$

$$y = b - mx$$

تمثل هذه العلاقة معادلة خطية. برسم تغيرات  $\ln k$  بدلالة  $\frac{1}{T}$ . ينتج لدينا خط مستقيم ميله يساوي

$$m = \frac{-E_a}{R}$$

وبالتالي يمكن حساب قيمة  $E_a$  من الميل كما في الشكل.



ويمكن حساب قيمة  $E_a$  من أجل قيمتين لـ  $k$  من أجل درجتين حرارة مختلفتين:

$$k_1 = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_1}} \quad k_2 = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_2}}$$

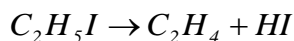
$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_1}}}{A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_2}}} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_a}{R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]}$$

$$\Rightarrow \ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\Rightarrow \log \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{2.303R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

### مسألة:

يتفكك يود الإثيل ليعطي غاز الإيثان ويود الهيدروجين وفق تفاعل من المرتبة الأولى:



عند الدرجة  $600K$  تكون قيمة ثابت السرعة  $1.60 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ . عند رفع درجة الحرارة إلى

$700K$  تزداد قيمة ثابت السرعة لتصبح  $6.36 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ . أحسب قيمة طاقة تنشيط التفاعل.

الحل:

$$E_a = ? \quad R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

$$k_1 = 1.6 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1} \quad T_1 = 600 \text{ K}$$

$$k_2 = 6.36 \times 10^{-3} \quad T_2 = 700 \text{ K}$$

$$\log \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{2.303 \times R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\log \frac{1.6 \times 10^{-2}}{6.36 \times 10^{-3}} = \frac{E_a \text{ J/mol}}{2.303 \times 8.314 \text{ J/mol}} \left[ \frac{1}{700} - \frac{1}{600} \right]$$

$$\Rightarrow E_a = 2.09 \times 10^5 \text{ J/mol}$$

$$= 209 \text{ kJ/mol}$$

### مسألة:

إذا علمت أن طاقة تنشيط التفاعل التالي:  $N_2O_5 \rightarrow NO_2 + NO_3$  تساوي  $88.0 \text{ kJ/mol}$ .  
 بفرض أن ثابت سرعة هذا التفاعل تساوي  $9.16 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$  عند درجة  $0^\circ\text{C}$ ، أحسب ثابت  
 سرعة هذا التفاعل عند الدرجة  $20^\circ\text{C}$ . واحسب زمن نصف التفاعل عند تلك الدرجتين من  
 الحرارة.

الحل: التفاعل من المرتبة الأولى، وفقا لوحدة ثابت السرعة.

$$E_a = 88000 \text{ J/mol} \quad R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

$$k_1 = 9.16 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1} \quad T_1 = 0.00^\circ\text{C} + 273 = 273 \text{ K} \quad (t_{1/2})_1 = ?$$

$$k_2 = ? \quad T_2 = 2.00 + 273 = 275 \text{ K} \quad (t_{1/2})_2 = ?$$

$$\log \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{2.303R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\log \frac{9.16 \times 10^{-3}}{k_2} = \frac{88000 \text{ J/mol}}{2.203 \times 8.314 \text{ J/mol}} \left[ \frac{1}{275} - \frac{1}{273} \right]$$

$$\Rightarrow k_2 = 1.21 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

$$(t_{1/2})_1 = \frac{0.693}{9.16 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}} = 75.7 \text{ sec}$$

$$(t_{1/2})_2 = \frac{0.693}{1.21 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}} = 57.3 \text{ sec}$$

### مسألة:

تعطى معادلة السرعة للتفاعل التالي:  $2N_2O_5 \longleftrightarrow 2N_2O_4 + O_2$  بالعلاقة:

$$\text{سرعة التفاعل} = k.[N_2O_5]$$

فإذا علمت أن زمن نصف عمر هذا التفاعل يساوي  $1.69 \times 10^4 \text{ sec}$  عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$   
 ويساوي  $330 \text{ sec}$  عند الدرجة  $55^\circ\text{C}$ ، احسب:

- طاقة تنشيط التفاعل؟
- ثابت السرعة عند درجة حرارة  $35^\circ\text{C}$ ؟



لنحسب أولاً ثوابت السرعة من قيم زمن نصف عمر عند درجتَي الحرارة المفروضتين على اعتبار أن التفاعل من المرتبة الأولى حسب معادلة السرعة:

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{a.k}$$

$$k_{298} = \frac{0.693}{1.69 \times 10^4} = 4.1 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$$

$$k_{328} = \frac{0.693}{330} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$$

$$\log \frac{2.1 \times 10^{-3}}{4.1 \times 10^{-5}} = \frac{E_a (328 - 298)}{1.987 \times 2.303 \times (328 \times 298)}$$

$$\Rightarrow E_a = 26000 \text{ cal / mol} = 26 \text{ Kcal / mol}$$

لإيجاد ثابت السرعة عند الدرجة  $308k$  باستخدام علاقة طاقة التنشيط مع أحد قيمتي ثابت التوازن عند الدرجة 298 أو 328 كلفن:

$$\log \frac{k_{308}}{4.1 \times 10^{-5}} = \frac{26000(308 - 298)}{1.987 \times 2.303 \times (308 - 298)}$$

$$\log k_{308} - \log (4.1 \times 10^{-5}) = 0.62$$

$$\log k_{308} = 0.62 - 4.39 = -3.77$$

$$k_{308} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$$

**مسألة:**

تتفكك المادة  $A$  لتعطي نواتج  $B, C$  حسب التفاعل:  $A \rightarrow B + C$  فإذا كان ثابت سرعة التفاعل يساوي  $0.045 \frac{1}{\text{sec}}$  عند الدرجة من الحرارة  $25C^0$ . ما هو زمن نصف تفاعل عند تلك الدرجة.

**الحل:**

من واحدة قيمة ثابت السرعة نستنتج أن التفاعل من المرتبة الأولى. وأن قيمة  $a$  تساوي:

$$a = 1$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{a.k} = \frac{0.693}{1 \times 0.045} = 15.4 \text{ sec}$$

**مسألة:**

تتفاعل المادة  $A$  مع  $B$  لتعطي  $C, D$  حسب التفاعل:  $A + B \rightarrow C + D$  وجد أن هذا التفاعل من المرتبة الثانية بالنسبة للمادة  $A$  وكذلك من المرتبة الثانية بالنسبة للتفاعل ككل. فكانت قيمة ثابت سرعة التفاعل النوعية  $0.622 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . ماهي مرتبة التفاعل بالنسبة للمادة  $B$ . أحسب زمن نصف التفاعل عندما يُمزج  $4.1 \times 10^{-2}$  مول من المادة  $A$  مع زيادة من المادة  $B$ .

**الحل:**

من المرتبة صفر لأن  $V = k[A]^x[B]^y$  وبالتالي:  $X + Y =$  مرتبة التفاعل الكلية  
مرتبة التفاعل الكلية تساوي  $2 = 0 + 2$ .

$$t_{1/2} = \frac{1}{a.k.[A]_0} = \frac{1}{(1)(0.622M^{-1} \cdot \text{min}^{-1})(4.1 \times 10^{-2} M)} = 39.2 \text{ min}$$

**مسألة:**

تُعطى قيمة ثابت سرعة التفاعل التالي:  $3A \rightarrow C + D$  القيمة  $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$  عند الدرجة  $25C^0$  المطلوب:

1. ماهي مرتبة هذا التفاعل.
2. إذا كان التركيز البدائي للمادة  $A$  يساوي مول واحد. احسب ما تبقى من مولات المادة  $A$  المتفاعلة بعد زمن قدره نصف ساعة.
3. احسب زمن نصف التفاعل.

**الحل:**

من قيمة ثابت السرعة نستنتج أن التفاعل من المرتبة صفر.

$$[A] = [A]_0 - akt$$

$$[A] = 1 - 3 \times 10^{-2} \times 30 = 0.1 \text{ mol}$$

زمن نصف التفاعل:

$$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2ak} = \frac{1}{2 \times 3 \times 10^{-2}} = 16.66 \text{ min}$$

**مسألة:**

لعل أحد أسوأ أخطار الانفجار النووي هو توليد  $^{90}\text{Sr}$  الذي يتركز في العظام بديلاً عن الكالسيوم، ويصدر هذا النظير أشعة بيتا ذات طاقة تساوي 0.55 ميغا إلكترون فولط، وله عمر نصف يساوي 28.1 عاماً. بفرض أن مقدار 1 ميكرو غرام امتص من قبل طفل حديث الولادة كم سيبقى في عظامه من هذا النظير بعد:

• 18 عاماً.

• 70 عاماً.

**الحل:**

يتبع تفاعل التفكك الإشعاعي لأي نظير مشع قانون المرتبة الأولى الذي يعطى بالمعادلة:

$$k_1.t = 2.3 \log \frac{C_0}{C}$$

حيث  $C_0$  تركيز النظير المشع الابتدائي و  $C$  تركيز النظير المشع بعد مضي زمن قدره  $t$  على بدء تفاعل تفكك العينة.  
من قانون المرتبة الأولى لعمر النصف:

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

$$k = \frac{0.693}{t_{1/2}}$$

$$\log \frac{C_0}{C} = \frac{0.693 \times 18}{28.1 \times 2.3} \Rightarrow$$

$$\frac{C_0}{C} = 1.56 \Rightarrow C = 0.64 \mu g$$

أما بعد 70 عاماً فيبقى في عظامه مقدار 0.18 ميكرو غرام (إذا بقي على قيد الحياة إلى ذلك الحين).

**مسألة:**

يمتلك عقار السالفاديازين عمر نصف يساوي 17 ساعة. فإذا كان هذا العقار سيعطى بشكل جرعة يومية واحدة مقدارها 1000 ملغ وأنه سريع الامتصاص، فما هي الجرعة الابتدائية التي ينبغي استخدامها للحصول في المصل على سوية من الدواء مستقرة في نهاية الـ 24 ساعة الأولى من التداوي به.

**الحل:**

بما أن طرح الدواء من الجسم هو عادة، عملية من المرتبة الأولى، فيمكن حساب ثابت سرعة هذه العملية من العلاقة:

$$k = \frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{17}$$

ومنه بفرض أن الجرعة الابتدائية هي  $x$  ملغ، إذن:

$$\log \frac{C_0}{C} = \frac{kt}{2.3}$$

$$\log \frac{x+1000}{1000} = \frac{24 \times 0.693}{17 \times 2.3} \Rightarrow x = 1600 \text{ ملغ}$$

مقدار الجرعة الابتدائية.

## مسألة:

يعرف عن منتج دوائي أنه يصبح غير فعال عندما يتفكك منه 30%. كان التركيز الابتدائي لإحدى عينات الدواء 5.0 ملغ/مل. ولدى تحليلها بعد مرور 20 شهراً تبين أن التركيز أصبح 4.2 ملغ/مل. بفرض أن التفكك من المرتبة الأولى ما هو تاريخ انتهاء صلاحية الدواء الذي يجب إظهاره على العبوة؟ وما هو عمر نصف هذا المنتج؟

الحل:

نحسب ثابت سرعة تفكك هذا الدواء من قانون السرعة للتفاعل من المرتبة الأولى:

$$k_1 = \frac{2.3}{t} \log \frac{C_0}{C}$$

$C_0$ : التركيز الابتدائي.

$C$ : تركيز الدواء بعد زمن  $t$ .

$$k_1 = \frac{2.3}{20} \log \frac{5.0}{4.2} = 8.7 \times 10^{-3} \text{ شهر}^{-1}$$

بما أن صلاحية الدواء تنتهي عند تفكك 30%، أي بقاء 70% منه فعلاً إذن:

$$t = \frac{2.3}{k_1} \log \frac{C_0}{C}$$

$$t = \frac{2.3}{8.7 \times 10^{-3}} \log \frac{C_0}{0.7 \times C_0} = 41 \text{ شهر}$$

أي يجب أن تنتهي صلاحية الدواء للاستعمال بعد 41 شهراً لا أكثر، بدءاً من تاريخ إنتاجه.

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k_1} = \frac{0.693}{8.7 \times 10^{-3}} = 79.4 \text{ شهراً}$$

## مسألة:

تهتم الدراسة الحركية الصيدلانية بتحري امتصاص العقار وطرحه من قبل العضوية المعالجة. وفي أكثر الحالات يتصف الطرح بأنه أبطأ كثيراً من الامتصاص وهو عامل أكثر أهمية في تعيين توفر العقار للارتباط بالهدف. تتنوع آليات طرح العقار بما فيها الإستقلاب في الكبد والأمعاء الدقيقة أو الكلية، ويتبع ذلك تصريف منتجات تحطم الدواء بواسطة البول أو البراز. ونسوق كمثال للتحاليل الحركية الصيدلانية عملية طرح الحاصرات من نوع  $\beta$  وهو صنف من الأدوية تستخدم في علاج ضغط الدم المرتفع. وبعد حقن العقار إلى المريض (في الشريان) حلت

البلازما (مصورة) دم المريض لتعيين ما تبقى من العقار، كما هو مبين بالجدول، حيث  $C$  هو تركيز العقار المقيس عند الزمن  $t$  بعد الحقن:

$d/t$	30	60	120	150	240	360	480
$C$ / ن غ سم <sup>-3</sup>	699	622	413	292	152	60	24

a. هل إزالة الدواء عملية من المرتبة الأولى؟

b. أحسب  $k$  ثابت السرعة و  $t_{1/2}$  زمن عمر النصف.

ملاحظة: أحد المفاهيم المهمة في تطوير الدواء هو أمثلة عمر نصف طرح الدواء من الجسم، والمطلوب أن يكون أطول ما يمكن لإتاحة الفرصة للدواء لإيجاد العضو الهدف والتأثير فيه، لكن ليس طويلاً إلى الحد الذي تصبح فيه تأثيرات الدواء الجانبية أمراً لا يستهان به.

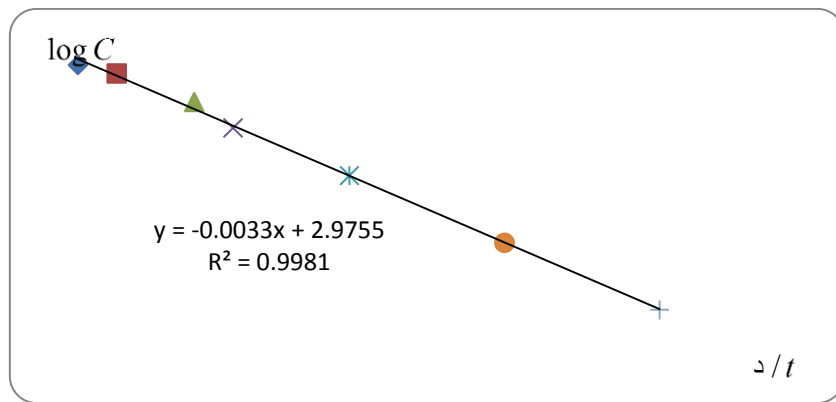
الحل:

$$\log \frac{C_0}{C} = \frac{k_{t1}}{2.3}$$

حيث  $C_0$  هو التركيز الابتدائي للدواء (تركيزه عند حقنه إلى جسم المريض).

$C$ : تركيز الدواء في جسم المريض في اللحظة  $t$ .

$d/t$	30	60	120	150	240	360	480
$\log C$ / ن غ سم <sup>-3</sup>	2.84	2.79	2.62	2.465	2.18	1.78	1.38



a. يلاحظ أن المطيات توافق عملية من المرتبة الأولى.

b. نحسب ثابت السرعة من ميل المستقيم:

$$m = \frac{-k}{2.3} = \frac{1.38 - 2.84}{480 - 30} \Rightarrow k_1 = 3.2 \times 10^{-3} \text{ د}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k_1} = 2165 \text{ دقيقة}$$

$$= 36 \text{ ساعة}$$

مسألة:

شخصت عينة من الذكور تضم (81): فرداً بأنهم يعانون من احتشاء العضلة القلبية. أحصي في العينة العدد  $N$  الباقي على قيد الحياة في الزمن  $t$  بعد تاريخ التشخيص الذي جرى في 1971، فحصلت النتائج التالية:

عام / $t$	0	1	3	5	7	9
فرد / $N$	81	64	44	31	24	15

١. اوجد مرتبة التفاعل التالي وعين ثابت سرعته:

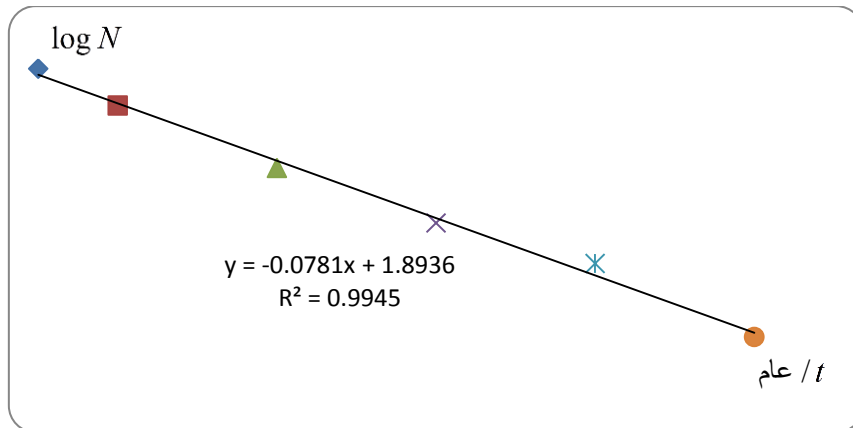
مريض باحتشاء القلب ——— مريض متوفي

٢. أحسب عدد الباقيين أحياء في العينة المدروسة بعد مضي 12 عاماً.

الحل:

نرسم  $\log C$  بدلالة  $t$  لنرى إن كانت المعطيات تلبق على تفاعل من المرتبة الأولى:

عام / $t$	0	1	3	5	7	9
$\log N$	1.91	1.81	1.64	1.49	1.38	1.18



يلاحظ من استقامة البياني أنه من المرتبة الأولى.

$$m = \frac{k}{2.3} = \frac{1.18 - 1.91}{9} \Rightarrow$$

$$k = 0.186 \text{ عام}^{-1}$$

$$\log \frac{N_0}{N} = \frac{k \times 12}{2.3} \Rightarrow$$

$N = 9$ عدد الأشخاص الباقين على قيد الحياة
--