

(١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

مثال (١)

إذا كان لديك تفاعل من الرتبة الأولى يحدث عند درجة حرارة

(70 °C) تم منه (20 %) في زمن قدره (22 min.) فاحسب :

(أ) ثابت سرعة التفاعل

(ب) نصف عمر التفاعل.

(ج) نسبة ما يتبقى من المادة المتفاعلة بعد خمس ساعات.

الحل

أ) بما أن التفاعل من الرتبة الأولى فإننا نطبق العلاقة :

$$2.303 \log \frac{a}{a-x} = kt$$

$$k = \frac{2.303}{t} \log \left(\frac{a}{a-x} \right)$$

$$k = \frac{2.303}{22} \log \left(\frac{a}{a-x} \right)$$

في المسألة لم يذكر التركيز الابتدائي (a)، لذلك سنفرض أنه يساوي

(100)

$$a = 100$$

$$x = \frac{20}{100} \times 100 = 20$$

$$(a - x) = 100 - 20 = 80$$

وبالتعويض بهذه القيم في المعادلة $\left(k = \frac{2.303}{22} \log \left(\frac{a}{a-x} \right) \right)$ نحصل على :

(١)

(٢)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

$$k = \frac{2.303}{22} \log \left(\frac{100}{80} \right)$$

$$k = \frac{2.303}{22} \log \left(\frac{100}{80} \right)$$

$$k = 1.014 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$

ب) حساب نصف عمر التفاعل :

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

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{1.014 \times 10^{-2}}$$

$$t_{1/2} = 68.34 \text{ min}$$

ج) نسبة ما يتبقى من المادة المتفاعلة $([A] = c = a - x)$ بعد

خمسة ساعات :

$$2.303 \log \left(\frac{a}{c} \right) = k t$$

$$2.303 \log \left(\frac{100}{c} \right) = 1.014 \times 10^{-2} \times (5 \times 60)$$

$$\log \left(\frac{100}{c} \right) = \frac{1.014 \times 10^{-2} \times (5 \times 60)}{2.303}$$

$$\log \left(\frac{100}{c} \right) = 1.321$$

$$\left(\frac{100}{c} \right) = 20.94 \Rightarrow c = \frac{100}{20.94} = 4.77$$

ويمكن الحصول على نفس النتائج إذا افترضنا أن التركيز الابتدائي

$([A]_0 = a = 1)$ بدلاً من الافتراض أنه يساوي 100

(٢)

(٣)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (٢)

إذا كان تحول البروبان الحلقي (cyclopropane) الى بروبان (propane) في الطور الغازي:



عند درجة حرارة (250 °C) تفاعلاً من الرتبة الأولى وثابت سرعة التفاعل عند هذه الدرجة يساوي ($6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$)، وكان التركيز الابتدائي للبروبان الحلقي (0.25 M) فاحسب :

أ) تركيزه بعد (4.5 min).

ب) الفترة الزمنية اللازمة لخفض البروبان الحلقي من (0.25 M) الى (0.15 M).

ج) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (72 %) من التركيز الابتدائي.

د) فترة عمر النصف.

الحل

أ) تركيزه بعد (4.5 min) :

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = kt \Rightarrow \frac{[A]_0}{[A]} = e^{kt}$$

$$\frac{0.25}{[A]} = e^{(6.71 \times 10^{-4} \times 4.5 \times 60)}$$

$$\frac{0.25}{[A]} = 1.20 \Rightarrow [A] = \frac{0.25}{1.2} = 0.21 \text{ M}$$

(٣)

(٤)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

ب) الفترة الزمنية اللازمة لخفض البروبان الحلقي من (0.25 M) الى (0.15 M).

$$\ln\left(\frac{[A]_0}{[A]}\right) = kt$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{[A]_0}{[A]}$$

$$t = \frac{1}{6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} \ln\left(\frac{0.25}{0.15}\right)$$

$$t = 761.3 \text{ s}$$

$$t = 12.70 \text{ min}$$

ج) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (72 %) من التركيز الابتدائي :
في مسائل من هذا النوع لا نحتاج الى معرفة التركيز الحقيقي حيث
يمكن افتراض أنه يساوي (1 M)، وبالتالي فإن تركيز البروبان الحلقي
بعد زمن قدره t يساوي :

$$[A] = 1 - 0.72 = 0.28 \text{ M}$$

وبالتالي لحساب الزمن اللازم لتحول 72 % من البروبان الحلقي الى
نواتج نطبق في معادلة الرتبة الأولى :

$$\ln\left(\frac{[A]_0}{[A]}\right) = kt \Rightarrow t = \frac{1}{k} \ln \frac{[A]_0}{[A]}$$

$$t = \frac{1}{6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} \ln\left(\frac{1}{0.28}\right)$$

$$t = 1897.1 \text{ s}$$

$$t = 31.62 \text{ min}$$

(٤)

(٥)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

ويمكن الحصول على نفس النتيجة إذا افترضنا أن التركيز الابتدائي يساوي (100) وأن التركيز بعد تحول (72 %) الى نواتج يساوي :

$$[A] = 100 - 72 = 28 \text{ M}$$

د) حساب نصف زمن العمر :

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

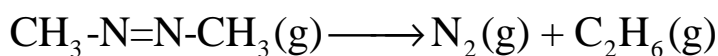
$$t_{1/2} = \frac{0.693}{6.71 \times 10^{-4}}$$

$$t_{1/2} = 1032.8 \text{ s}$$

$$t_{1/2} = 17.21 \text{ min}$$

مثال (٣)

إذا علمت أنه قد تمت دراسة سرعة تفكك مركب الأزوميثان (azomethane) حرارياً عند درجة حرارة (300 °C) في الطور الغازي، وذلك بتتبع التغير الحاصل في ضغطه الجزئي (partial pressure) مع الزمن :



وكانت نتيجة الدراسة كما في الجدول التالي :

| | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Time (s) | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| P _t (mmHg) | 284 | 220 | 193 | 170 | 150 | 132 |

أ) أثبت حسابياً أن هذه المعلومات موافقة لتفاعلات الرتبة الأولى
ب) أثبت بالرسم البياني أن هذه المعلومات موافقة لتفاعلات الرتبة الأولى

(٥)

(٦)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

(ج) أوجد قيمة ثابت سرعة التفاعل عن طريق الرسم البياني.

(د) احسب فترة نصف العمر

الحل

(أ) أثبت حسابياً أن هذه المعلومات موافقة لتفاعلات الرتبة الأولى :
لكي نثبت ذلك فإننا نعوض في قانون الرتبة الأولى الذي يحسب قيمة
(k) :

$$\ln\left(\frac{P_0}{P_t}\right) = k t$$

$$k = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{P_0}{P_t}\right)$$

وبحساب قيمة (k) من قانون الرتبة الأولى فإننا نحصل على قيم ثابتة
إذا كان التفاعل من الرتبة الأولى :

| $P_0 = 284 \text{ mmHg}$ | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Time (s) | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| P_t (mmHg) | 220 | 193 | 170 | 150 | 132 |
| $k = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{P_0}{P_t}\right)$ | 2.55×10^{-3} | 2.57×10^{-3} | 2.57×10^{-3} | 2.55×10^{-3} | 2.55×10^{-3} |
| k | $2.56 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ | | | | |

(٦)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

وتقارب قيم قيمة (k) يدل على أن التفاعل من الرتبة الأولى. ويصبح ثابت سرعة التفاعل هو معدل هذه القيم المتقاربة ويساوي $(k = 2.56 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1})$.

ب) أثبت بالرسم البياني أن هذه المعلومات موافقة لتفاعلات الرتبة الأولى :

لكي ثبت أن المعلومات الواردة بالسؤال تتوافق وتفاعلات الرتبة الأولى بيانياً فإننا نمثل العلاقة التالية بيانياً :

$$\ln \left(\frac{P_0}{P_t} \right) = k t$$

$$\ln P_0 - \ln P_t = kt$$

$$\Rightarrow \ln P_t = -kt + \ln P_0$$

وبتمثيل العلاقة الأخيرة ($\ln P_t = -kt + \ln P_0$) بيانياً حيث يمثل ($\ln P_t$) على محور الصادات و (t) على محور السينات. فإذا حصلنا على خط مستقيم فإن هذا يدل على أن التفاعل من الرتبة الأولى ويكون ميله هو ($-k$) والجزء المقطوع من محور الصادات هو ($\ln P_0$).

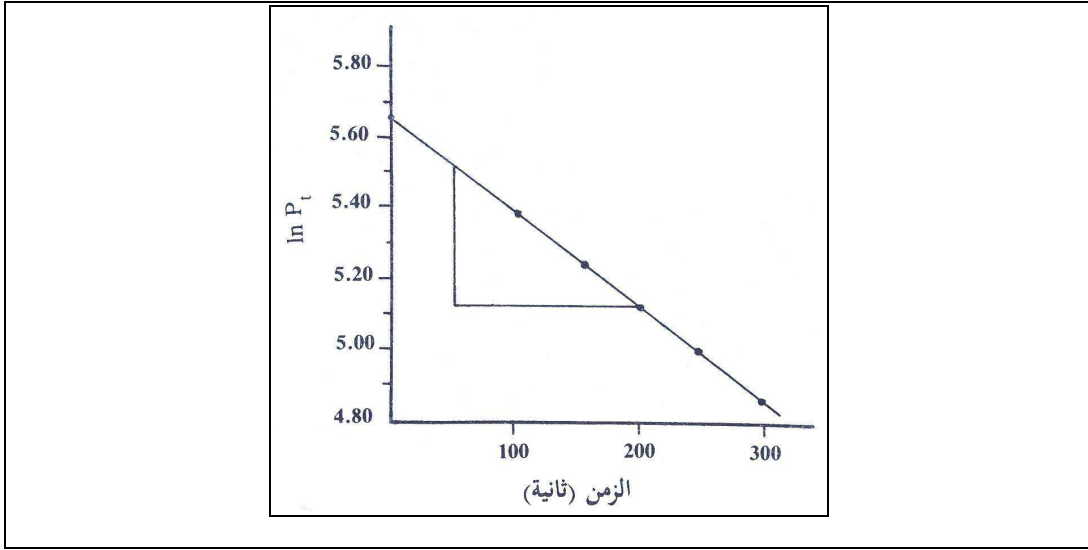
| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| $P_0 = 284 \text{ mmHg}, \ln P_0 = 5.649$ | | | | | |
| Time (s) | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| P_t (mmHg) | 220 | 193 | 170 | 150 | 132 |
| $\ln P_t$ | 5.394 | 5.263 | 5.136 | 5.011 | 4.883 |

وبتمثيل ($\ln P_t$) مقابل (t) نحصل على الشكل التالي :

(أ)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري



ومنه يتضح أن العلاقة بين $(\ln P_t)$ و (t) خطية لذلك فإن التفاعل السابق من الرتبة الأولى.

(ج) أوجد قيمة ثابت سرعة التفاعل عن طريق الرسم البياني. يمكن استنتاج قيمة (k) من الرسم البياني السابق من خلال إيجاد الميل (slope) حيث :

$$\text{slope} = -k$$

$$k = -\text{slope}$$

$$k = -\left(\frac{5.136 - 5.520}{200 - 50}\right)$$

$$k = -(-2.56 \times 10^{-3})$$

$$k = 2.56 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$$

(د) حساب قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) :

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{0.693}{2.56 \times 10^{-3}}$$

$$t_{1/2} = 270.70 \text{ s}$$

(أ)

معادلة الرتبة الأولى بدلالة الحجم والضغط**أولاً : معادلة الرتبة الأولى بدلالة الحجم****مثال (٤)**

يحتوي الجدول التالي على بعض المعلومات الحركية عن تميؤ خلات الميثيل عند درجة حرارة (25 °C) في وجود (0.35 M) من حمض الهيدروكلوريك كحفاز.

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Time/min | 0 | 20 | 75 | 119 | ∞ |
| Volume of alkali used/cm ³ | 24.36 | 25.85 | 29.43 | 31.85 | 47.15 |

بالإعتماد على المعلومات السابقة برهن بأن تميؤ خلات الميثيل تفاعل من الرتبة الأولى.

الحل

لإثبات أن التفاعل يتبع الرتبة الأولى فإننا نوجد قيمة (k) عند أزمنة مختلفة باستخدام معادلة الرتبة الأولى التي قررنا أنها تأخذ الصورة التالية بدلالة الحجم :

$$\ln \frac{(V_{\infty} - V_0)}{(V_{\infty} - V_t)} = k t$$

ولإيجاد k تؤول هذه العلاقة الى :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{(V_{\infty} - V_0)}{(V_{\infty} - V_t)}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

حيث :

 V_0 : حجم القاعدة المستخدم عند بداية التفاعل V_t : حجم القاعدة المستخدم عند زمن t من التفاعل V_∞ : حجم القاعدة المستخدم عند اكتمال التفاعل.

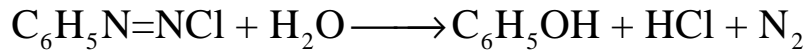
وبعمل الجدول اللازم :

| | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $(V_0 = 24.36), (V_\infty = 47.15 \text{ cm}^3)$ | | | |
| $(V_\infty - V_0 = 47.15 - 24.36 = 22.79 \text{ cm}^3)$ | | | |
| Time/min | 20 | 75 | 119 |
| Volume of alkali used/cm ³ | 25.85 | 29.43 | 31.85 |
| $(V_\infty - V_t)$ | 21.3 | 17.72 | 15.3 |
| $k = \frac{1}{t} \ln \frac{(V_\infty - V_0)}{(V_\infty - V_t)}$ (min ⁻¹) | 3.38×10^{-3} | 3.36×10^{-3} | 3.35×10^{-3} |

وحيث أن قيمة (k) ثابتة تقريباً، فإن تميؤ خلاات الميثيل تفاعل من الرتبة الأولى.

مثال (٥)

إذا علمت أنه تمت دراسة حدوث التفاعل :



عند درجة حرارة معينة وذلك بقياس حجم غاز النيتروجين المتصاعد

عند أزمنة مختلفة وتم الحصول على النتائج التالية :

| | | | | | |
|--|---|------|------|------|----------|
| Time/s | 0 | 1200 | 3000 | 4200 | ∞ |
| Volume of N ₂ cm ³ | 0 | 10 | 25 | 33 | 162 |

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

برهن بأن هذا التفاعل من الرتبة الأولى.

الحل

عند مناقشة تفكك المركب $(C_6H_5N=NCl)$ توصلنا الى أن قانون سرعة التفاعل من الرتبة الأولى بدلالة الحجم يصبح كالتالي :

$$\ln \frac{V_{\infty}}{V_{\infty} - V_t} = kt$$

ويكون قانون حساب (k) كالتالي :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{V_{\infty}}{V_{\infty} - V_t}$$

حيث :

 (V_{∞}) : حجم النيتروجين عند نهاية التفاعل (V_t) : حجم النيتروجين عند أي زمن (t) ولكي نبرهن أن التفاعل من الرتبة الأولى لا بد من حساب قيمة (k) عند أزمنة مختلفة باستخدام المعادلة $\left(k = \frac{1}{t} \ln \frac{V_{\infty}}{V_{\infty} - V_t} \right)$ ، ويعمل

الجدول اللازم :

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $(V_{\infty} = 162 \text{ cm}^3)$ | | | |
| Time/s | 1200 | 3000 | 4200 |
| Volume of N_2 cm^3 | 10 | 25 | 33 |
| $(V_{\infty} - V_t)$ | 152 | 137 | 129 |
| $k = \frac{1}{t} \ln \frac{V_{\infty}}{V_{\infty} - V_t} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ | 5.31×10^{-5} | 5.59×10^{-5} | 5.42×10^{-5} |

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

وحيث أن قيمة (k) تقريباً ثابتة فإن هذا يدل على أن التفاعل من الرتبة الأولى.

مثال (٦)

يتفكك ديازونيوم كلوريد بنزين طبقاً للدرجة الأولى :

| | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|----------|
| Time (min.) | 5 | 10 | 15 | 20 | ∞ |
| Volume of N ₂ (ml) | 17.5 | 29.7 | 38.2 | 44.3 | 58.3 |

أثبت أن التفاعل يتبع الرتبة الأولى؟

الحل

بالتعويض بالمعادلة :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{V_{\infty}}{V_{\infty} - V_t}$$

$$k = \frac{2.303}{5} \log \frac{58.3}{58.3 - 17.5} = 0.0713 \text{ min}^{-1}$$

$$k = \frac{2.303}{10} \log \frac{58.3}{58.3 - 29.7} = 0.0712 \text{ min}^{-1}$$

$$k = \frac{2.303}{20} \log \frac{58.3}{58.3 - 44.3} = 0.0713 \text{ min}^{-1}$$

نلاحظ أن قيم (k) ثابتة تقريباً مع مرور الزمن مما يعني أن التفاعل من الرتبة الأولى.

ثانياً : قانون الرتبة الأولى بدلالة الضغط

مثال (٧)

يحتوي الجدول التالي على بعض المعلومات الحركية عند تفكك مركب الأزوايزوبروبان في الطور الغازي عند درجة حرارة (270 °C) وذلك بمتابعة تغير الضغط مع الزمن.

| | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Time/min. | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 17 |
| Pressure/ mmHg | 35.15 | 46.30 | 53.90 | 58.85 | 62.20 | 65.85 |

برهن بالإعتماد على هذه المعلومات على أن التفاعل يتبع قانون سرعة التفاعل من الرتبة الأولى.

الحل

عند مناقشة تفكك الأزوايزوبروبان توصلنا الى أن قانون ثابت سرعة التفاعل من الرتبة الأولى يصبح بدلالة الضغط كما يلي :

$$\ln \frac{P_0}{2P_0 - P_t} = kt$$

وقيمة **k** تحسب منه كما يلي :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{P_0}{2P_0 - P_t}$$

حيث :

P₀ : الضغط في بداية التفاعل

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

 P_t : الضغط الكلي عند أي زمن (t).

ولكي نبرهن أن التفاعل من الرتبة الأولى نحسب قيمة k عند أزمنة مختلفة بالتعويض في قانون الرتبة الأولى الذي يأخذ الصورة

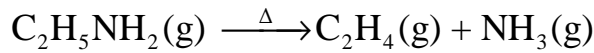
$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{P_0}{2P_0 - P_t} \text{ ، وبعمل الجدول اللازم :}$$

| | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| $(P_0 = 35.15 \text{ mmHg})$ | | | | | |
| $(2P_0 = 2 \times 35.15 = 70.3 \text{ mmHg})$ | | | | | |
| Time/ min. | 3 | 6 | 9 | 12 | 17 |
| P_t/mmHg | 46.30 | 53.90 | 58.85 | 62.20 | 65.85 |
| $2P_0 - P_t$ | 24 | 16.4 | 11.45 | 8.1 | 4.45 |
| $k = \frac{1}{t} \ln \frac{P_0}{2P_0 - P_t} (\text{min}^{-1})$ | 0.1272 | 0.1271 | 0.1246 | 0.1223 | 0.1216 |

وحيث أن قيمة (k) تقريباً ثابتة فإن هذا يبرهن أن تفكك مركب الأزوايزوبروبان حرارياً يتبع قانون سرعة التفاعل من الرتبة الأولى.

مثال (٨)

يتفكك إيثيل الأمين عند ضغط ابتدائي قدره 55 mmHg ودرجة حرارة 500°C في تفاعل غير عكسي لينتج الأمونيا والإيثلين حسب المعادلة التالية :



فإذا قيس تغير الضغط مع الزمن حسب الجدول التالي :

| | | | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|
| t (min) | 1 | 2 | 4 | 8 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| P | 60 | 64 | 72 | 84 | 89 | 102 | 107 | 108.5 |

(١٥)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

أوجد رتبة التفاعل وقيمة k بالطريقة الحسابية ثم بالطريقة البيانية؟

الحل : رتبته أولى، وقيمة $k = 9.53 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$

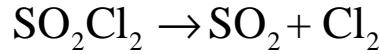
(١٥)

تطبيقات حسابية متنوعة على تفاعلات الرتبة الأولى

مثال (٩)

التفاعل الكيميائي التالي من المرتبة الأحادية وله ثابت سرعة مقداره

$$(k = 2.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}) \text{ عند درجة حرارة } (T = 593 \text{ K}).$$



فما نسبة تحلل (SO_2Cl_2) بعد تسخينه الى نفس الدرجة الحرارية ولمدة ساعتين.

الحل

بتطبيق العلاقة :

$$\ln \frac{a}{a-x} = kt$$

$$\frac{a}{a-x} = e^{kt} \Rightarrow \frac{a}{(a-x)} = e^{2.2 \times 10^{-5} \times 2 \times 3600}$$

$$\frac{a}{(a-x)} = 1.1716$$

$$\frac{(a-x)}{a} = \frac{1}{1.1716}$$

$$\frac{(a-x)}{a} = 0.8535$$

ويمثل هذا نسبة التحلل بعد مرور ساعتين.

مثال (١٠)

في تفاعل معين من الرتبة الأولى تبين أن تركيز المادة المتفاعلة ينخفض الى نصف قيمته الابتدائية بعد (5000 s) في درجة حرارة (25 °C). أما في درجة حرارة (37 °C) فإن التركيز ينخفض الى النصف بعد مرور (1000 s).

احسب :

(أ) ثابت معدل سرعة (k) التفاعل تحت درجة (25 °C) و(37 °C).

(ب) الزمن اللازم لانخفاض التركيز الى ربع القيمة الابتدائية في درجة (37 °C).

(ج) طاقة التنشيط للتفاعل.

الحل

(أ) بما أن التفاعل من الرتبة الأولى فإن :

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x}$$

وباستخدام زمن نصف العمر فإن ثابت سرعة التفاعل عند درجتى الحرارة :

$$\text{at } 25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad k = \frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{5000} = 1.39 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{at } 37 \text{ } ^\circ\text{C} \quad k = \frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{1000} = 6.93 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

(ب) لحساب الزمن اللازم لانخفاض التركيز الى ربع قيمته الابتدائية عند درجة حرارة (37 °C) فإننا نعوض بقيمة k عند هذه الدرجة في

$$\text{العلاقة} \left(kt = 2.303 \log \frac{a}{a-x} \right) \text{ كما يلي :}$$

$$kt = 2.303 \log \frac{a}{a-x}$$

$$6.93 \times 10^{-4} t_{1/4} = 2.303 \log \frac{a}{0.25 a}$$

$$t_{1/4} = \frac{2.303 \log \frac{a}{0.25 a}}{6.93 \times 10^{-4}}$$

$$t_{1/4} = \frac{2.303 \log \frac{1}{0.25}}{6.93 \times 10^{-4}}$$

$$t_{1/4} = 2000.78 \text{ s}$$

(ج) لحساب طاقة التنشيط نطبق معادلة أرهينوس عند درجتى حرارة

: (25 °C, 37 °C)

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{-\Delta H}{2.303R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{\Delta E}{2.303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$$

$$\log \frac{6.93 \times 10^{-4}}{1.39 \times 10^{-4}} = \frac{\Delta E}{2.303 \times 8.314} \left(\frac{310 - 300}{300 \times 310} \right)$$

$$0.698 = \frac{\Delta E}{19.15} (1.075 \times 10^{-4}) \Rightarrow \Delta E = \frac{0.698 \times 19.15}{(1.075 \times 10^{-4})}$$

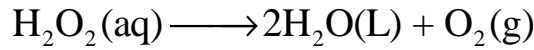
$$\Delta E = 124.341 \times 10^3 \text{ J/mol} \Rightarrow \Delta E = 124.341 \text{ kJ/mol}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١١)

يتحلل بيروكسيد الهيدروجين (فوق أكسيد الهيدروجين) H_2O_2 وفقاً للمعادلة التالية :



وتم دراسة هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة ، فوجد أن انخفاض تركيز فوق أكسيد الهيدروجين مع الزمن يتم وفق النتائج التالية :

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Time, sec | 0 | 300 | 600 | 900 | 1200 |
| $[\text{H}_2\text{O}_2]$ mol/L | 0.100 | 0.0776 | 0.0603 | 0.0468 | 0.0363 |

بين أن التفاعل من الرتبة الأولى من خلال المعادلات واحسب ثابت السرعة.

الحل

| $a = 0.100$ | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Time, sec | 300 | 600 | 900 | 1200 |
| $[\text{H}_2\text{O}_2] = (a - x)$ mol/L | 0.0776 | 0.0603 | 0.0468 | 0.0363 |
| $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x} \right) \text{s}^{-1}$ | 8.45×10^{-4} | 8.43×10^{-4} | 8.44×10^{-4} | 8.45×10^{-4} |
| $k = 8.443 \times 10^{-4}$ | | | | |

وبما أن القيم ثابتة تقريباً فإن التفاعل من الرتبة الأولى. وقيمة ثابت سرعة التفاعل بعد أخذ معدل تلك القيم المتقاربة هي :

$$k = 8.443 \times 10^{-4}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

مثال (١٢)

وجد أن (30 %) من مركب يتحلل في مدة (10 h) وتحت درجة حرارة معينة. فكم يلزم من الوقت لتحلل (99 %) من نفس المركب في حال كون التفاعل من الدرجة الأولى.

الحل

| | | | |
|--------|---------------------|---|-----------|
| | A | → | B |
| t = 0 | a | | x = 0 |
| t = 10 | a - x = (a - 0.3a) | | x = 0.3a |
| t = h? | a - x = (a - 0.99a) | | x = 0.99a |

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

$$k = \frac{2.303}{(10 \times 3600 - 0)} \log \frac{a}{(a - 0.3a)}$$

$$k = \frac{2.303}{(36000 - 0)} \log \frac{x}{0.7x}$$

$$k = 9.91 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

إن قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) ثابت للتفاعل الواحد عند درجة حرارة ثابتة، لذلك بإعادة تطبيق المعادلة بالنسبة للحالة الثانية نستطيع حساب الزمن المطلوب كما يلي :

(٢١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

$$9.91 \times 10^{-6} = \frac{2.303}{(t - 0)} \log \frac{a}{(a - 0.99 a)}$$

$$9.91 \times 10^{-6} = \frac{2.303}{t} \log \frac{x}{0.01 x}$$

$$9.91 \times 10^{-6} = \frac{2.303}{t} \times 2$$

$$t = 4.648 \times 10^5 \text{ s}$$

$$t = 129.1 \text{ h}$$

مثال (١٣)

عند تحلل إيثيل بروبانوين بوجود عامل مساعد حامضي فإن
(14.1 %) من الإستر يتحلل بعد (30 min)، و(70.3 %) يتحلل بعد
(240 min). بين أن التفاعل من الرتبة الأولى. ثم احسب قيمة ثابت
السرعة وزمن نصف العمر.

الحل

$$k = 8.40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}، \text{ وزمن نصف العمر يساوي } (t_{1/2} = 8240 \text{ s}).$$

(٢١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

مثال (١٤)

من النتائج التالية لتحلل بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) في محلول مائي، بين أن التفاعل من الدرجة الأولى، واحسب ثابت السرعة (k).

| | | | | | |
|---------------------|----|----|------|------|-----|
| Time, s | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| V $KMnO_4$, cm^3 | 25 | 20 | 15.7 | 12.5 | 9.6 |

V : هي حجم برمنجنات البوتاسيوم اللازمة لتحلل حجم معين من بيروكسيد الهيدروجين (فوق أكسيد الهيدروجين).

الحل

كمية حجم ($KMnO_4$) المستخدمة تعتمد على كمية فوق أكسيد الهيدروجين غير المتحللة أي أن ($V = (a - x)$) لذلك فإن حجم ($KMnO_4$) المستخدم في زمن صفر يمثل التركيز الابتدائي (a)، والحجم المستخدم بعد زمن t يمثل ($a - x$).

| | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| $V_{t=0} = a = 25$ | | | | |
| time, s | 10 | 20 | 30 | 40 |
| V $KMnO_4$, $cm^3 = (a - x)$ | 20 | 15.7 | 12.5 | 9.6 |
| $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x} \right) \text{ min}^{-1}$ | 0.0223 | 0.0233 | 0.0231 | 0.0239 |

وبما أن قيمة الثابت ثابتة تقريباً فإن التفاعل من الرتبة الأولى، وأن متوسط ثابت السرعة لتحلل (H_2O_2) في وسط مائي هو :

$$k = \frac{(0.0223 + 0.0233 + 0.0231 + 0.0239)}{4} = 0.02315 \text{ min}^{-1}$$

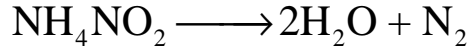
$$k = 3.86 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١٥)

إن تحلل نترات الأمونيوم (NH_4NO_2) في وسط مائي يتبع المعادلة التالية :



بين أن التفاعل من تفاعلات الرتبة الأولى مستفيداً من نتائج الجدول التالي :

| | | | | | |
|----------------------------------|------|-----|-------|-------|----------|
| Time, min | 10 | 15 | 20 | 25 | ∞ |
| V (N_2) cm^3 | 6.25 | 9.0 | 11.40 | 13.65 | 35.05 |

الحل

إن حجم النيتروجين المتجمع من التفاعل في زمن (t) هو مقياس لكمية نترات الأمونيوم المتحللة أي (x). وإن حجم النيتروجين الكلي المتجمع في نهاية التفاعل (أي بعد زمن ∞) يمثل التركيز الكلي لنترات الأمونيوم الابتدائي أي (a).

وبالتالي فإن :

$$a = V_{\infty}$$

$$x = V_t$$

$$(a - x) = V_{\infty} - V_t$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

| | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|
| $a = V_{\infty} = 35.05$ | | | | |
| Time, min | 10 | 15 | 20 | 25 |
| $x = V_t (N_2) \text{ cm}^3$ | 6.25 | 9.0 | 11.40 | 13.65 |
| $(a - x) = V_{\infty} - V_t$ | 28.8 | 26.05 | 23.65 | 21.4 |
| $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x} \right) \text{ min}^{-1}$ | 0.01964 | 0.01979 | 0.01967 | 0.01974 |

$$k = \frac{(0.01964 + 0.01979 + 0.01967 + 0.01974)}{4}$$

$$k = 19.71 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$

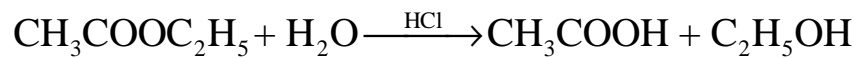
$$k = 32.85 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

مثال (١٦)

أضيف (5 cm³) من خلات الإيثيل إلى إناء يحتوي على (100 cm³) من (0.1 N) حامض الهيدروكلوريك موضوع في حمام مائي ثابت درجة حرارته عند (30 °C). وأنه يتم سحب (5 cm³) من خليط التفاعل في أزمنة مختلفة وبعد تبريده يتم تسحيحه مع قاعدة قياسية، فتم الحصول على النتائج التالية :

| | | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| time, min | 0 | 75 | 119 | 183 | ∞ |
| V (NaOH), ml | 9.62 | 12.10 | 13.10 | 14.75 | 21.05 |

بين من خلال هذه النتائج أن التحلل المائي لخلات الإيثيل هو من تفاعلات الرتبة الأولى.



مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

الحل

إن كمية القاعدة المستخدمة تكافئ الكمية الكلية لحمض الهيدروكلوريك (الذي يستخدم كمادة حافزة للتفاعل) وكمية حامض الخليك المتكونة من التفاعل. ويمكن حساب كمية القاعدة المستخدمة لمكافئة حامض الهيدروكلوريك الكلي المستخدم في التفاعل ومنه أيضاً يمكن معرفة كمية حامض الخليك المتكون (x) من زمن (t).
 إن كمية حامض الخليك المتكونة في نهاية التفاعل تكافئ (V_∞) التركيز الابتدائي (a) لخلات الإيثيل. وإن كمية (NaOH) المعادلة لـ HCl هي (V₀). لذا فإن :

$$x = V_t - V_0$$

$$a = V_{\infty} - V_0 = 21.05 - 9.62 = 11.43$$

$$a - x = (V_{\infty} - V_0) - (V_t - V_0) = V_{\infty} - V_t$$

وباستخدام قانون الرتبة الأولى $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x} \right)$ الذي يؤول في

هذه المسألة الى الصورة $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t} \right)$ يمكن تعبئة

الجدول التالي :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

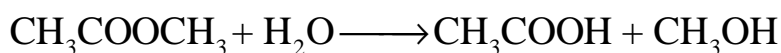
إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

| | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| $V_0 = 9.62$ | | | | |
| $V_\infty = 21.05$ | | | | |
| $a = V_\infty - V_0 = 21.05 - 9.62 = 11.43$ | | | | |
| time, min. | 75 | 119 | 183 | ∞ |
| V_t (NaOH), ml = V(HCl) + V(CH ₃ COOH) | 12.10 | 13.10 | 14.75 | 21.05 |
| $[CH_3COOH]_t = x = (V_t - V_0)$ | 2.48 | 3.48 | 5.13 | 11.43 |
| $[CH_3COOC_2H_5]_t = (a - x) = (V_\infty - V_t)$ | 8.95 | 7.95 | 6.3 | 0 |
| $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_\infty - V_0}{V_\infty - V_t} \right)$ | 3.26×10^{-3} | 3.05×10^{-3} | 3.26×10^{-3} | |

وبما أن قيم الثابت متقاربة جداً فإن التفاعل من تفاعلات الرتبة الأولى.

مثال (١٧)

تم تحلل خلات الميثيل في محلول مائي وبوجود (0.05 mol/L) من حامض الهيدروكلوريك في درجة حرارة (25 °C).



فبعد إزالة (25 cm³) من خليط التفاعل في أزمان مختلفة وتسحيه مع محلول الصودا الكاوية (NaOH) فإن حجم القاعة اللازمة لتعادله في زمن (t) كما يلي :

| | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|----------|
| Time, min | 0 | 21 | 75 | 119 | ∞ |
| V (NaOH) cm ³ | 24.4 | 25.8 | 29.3 | 31.7 | 47.2 |

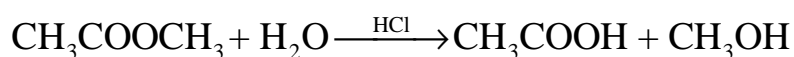
بين أن التفاعل من الرتبة الأولى، ثم احسب فترة نصف العمر للتفاعل.

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

الحل

من خلال معادلة التفاعل :



يبدو أن التفاعل من الرتبة الثانية :

$$\text{rate} = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3][\text{HCl}]$$

وقد وجد أن تركيز الحامض يكون كبيراً بحيث أن التغير في تركيزه قليل جداً لذا فإنه يمكن تحويل معدل سرعة التفاعل للشكل التالي :

$$\text{rate} = k'[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$$

حيث (k') ثابت سرعة التفاعل الكاذب والذي يمثل :

$$k' = k [\text{HCl}]$$

إن كمية حامض الخليك المتكونة في نهاية التفاعل تكافئ (V_∞) التركيز الابتدائي (a) لخلات الميثيل. وإن كمية (NaOH) المعادلة لكمية HCl الكلية هي (V₀). لذا فإن :

$$x = V_t - V_0$$

$$a = V_\infty - V_0 = 47.2 - 24.4 = 22.8$$

$$a - x = (V_\infty - V_0) - (V_t - V_0) = V_\infty - V_t = V_\infty - V_t$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

وباستخدام قانون الرتبة الأولى $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{a-x}\right)$ الذي يؤول في

هذه المسألة الى الصورة $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t}\right)$ والتي نجعلها

على صورة خط مستقيم كالتالي :

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t}$$

$$\left(\frac{k}{2.303}\right)t = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t}$$

$$\frac{k}{2.303}t = \log(V_{\infty} - V_0) - \log(V_{\infty} - V_t)$$

$$\Rightarrow \log(V_{\infty} - V_t) = \left(\frac{-k}{2.303}\right)t + \log(V_{\infty} - V_0)$$

وبرسم العلاقة $\left(\log(V_{\infty} - V_t) = \left(\frac{-k}{2.303}\right)t + \log(V_{\infty} - V_0)\right)$ بتمثيل

$\log(V_{\infty} - V_t)$ على محور الصادات، والزمن (t) على محور السينات

نحصل على خط مستقيم ميله يساوي $(-k/2.303)$.

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

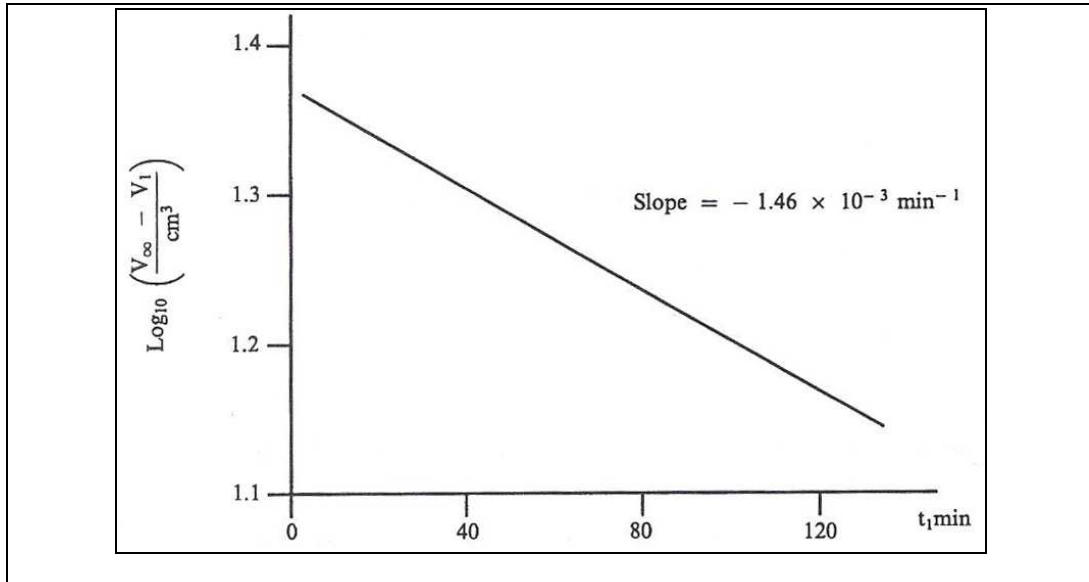
إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

وبعمل الجدول اللازم :

| | | | | | |
|---|-------|------------------|------------------|------------------|----------|
| $V_0 = 24.4$ | | | | | |
| $V_\infty = 47.2$ | | | | | |
| $a = V_\infty - V_0 = 47.2 - 24.4 = 22.8$ | | | | | |
| time, min. | 0 | 21 | 75 | 119 | ∞ |
| V_t (NaOH), ml = V(HCl) + V(CH ₃ COOH) | 24.4 | 25.8 | 29.3 | 31.7 | 47.2 |
| $[CH_3COOH]_t = x = (V_t - V_0)$ | 0 | 1.4 | 4.9 | 7.3 | 22.8 |
| $[CH_3COOCH_3]_t = (a - x) = (V_\infty - V_t)$ | 22.8 | 21.4 | 17.9 | 15.5 | 0 |
| $\log(V_\infty - V_t)$ | 1.358 | 1.330 | 1.253 | 1.190 | |
| $\left(k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_\infty - V_0}{V_\infty - V_t} \right)$ | | 3.02 | 3.23 | 3.24 | |
| | | $\times 10^{-3}$ | $\times 10^{-3}$ | $\times 10^{-3}$ | |

من قيم (k) الثابتة تقريباً يظهر جلياً أن التفاعل من الرتبة الأولى.

وعند تمثيل $\log(V_\infty - V_t)$ مقابل الزمن (t) نحصل على الشكل



وبما أن العلاقة هي علاقة خطية فإن التفاعل من الرتبة الأول، وأن

الميل يساوي :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$(- 1.46 \times 10^{-3})$ ، ومنه يمكن حساب ثابت سرعة التفاعل كما يلي :

$$\text{slope} = \left(\frac{-k}{2.303} \right)$$

$$k = \text{slope} \times (-2.303)$$

$$k = (-1.46 \times 10^{-3}) \times (-2.303)$$

$$k = 3.36 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$$

$$k = 5.60 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

أما فترة نصف العمر فإن التفاعل ينتج نصف الكمية أي $0.5(V_{\infty} - V_0)$

وتصبح المعادلة :

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t}$$

$$5.60 \times 10^{-5} = \frac{2.303}{t_{1/2}} \log \frac{(V_{\infty} - V_0)}{\frac{1}{2}(V_{\infty} - V_0)}$$

$$t_{1/2} = \frac{2.303}{5.60 \times 10^{-5}} \log 2$$

$$t_{1/2} = 112.38 \times 10^3 \text{ s}$$

$$t_{1/2} = 206.33 \text{ min}$$

مثال (١٨)

تتمياً خلاات الميثيل في حامض الهيدروكلوريك عياري (1 N) عند درجة حرارة (25 °C). وتم أخذ أجزاء مختلفة من المحلول مقدارها (5 cm³) في فترات زمنية مختلفة وسححت مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.1852 N).

(٣١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

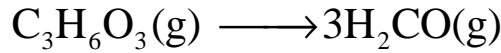
احسب ثابت السرعة لتفاعل الرتبة الأولى من البيانات التالية :

| | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| time, s | 339 | 1242 | 2745 | 4546 | ∞ |
| Volume, ml | 26.34 | 27.80 | 29.70 | 31.81 | 39.81 |

الحل : $k = 1.26 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

مثال (١٩)

يحتوي الجدول التالي على نتائج تحطم تراي أوكسان (غاز) عند درجة حرارة (260 °C) لإعطاء فورمالدهيد :



| | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| الزمن /ساعة | 0.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | ∞ |
| ضغط الغاز mmHg | 100.0 | 173.0 | 218.0 | 248.0 | 266.0 | 300.0 |

(أ) ما رتبة التفاعل؟

(ب) ما ثابت سرعة هذا التفاعل k ؟(ج) ما نصف زمن التفاعل ($t_{1/2}$)؟

(د) ما ضغط تراي أوكسان عندما يتحطم نصفه؟

الحل

(أ) رتبة أولى (ب) $k = 0.448 \text{ h}^{-1}$ (ج) $t_{1/2} = 1.55 \text{ h}$ (د) $P = 200 \text{ mmHg}$

(٣١)

مثال (٢٠)

يتحطم الأسيتون CH_3COCH_3 بفعل الحرارة ليعطي الميثان CH_4 و
كيتين $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$:



وهو تفاعل من الرتبة الأولى. فإذا بلغ ضغط الأسيتون في بداية التفاعل
(0.100 atm) (عند درجة حرارة معينة) وبعد مرور (60 s) ارتفع
الضغط داخل الإناء الى (0.160) بينما ظل الحجم ثابتاً.

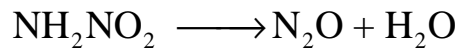
(أ) احسب ثابت سرعة التفاعل k

(ب) ما عدد الثواني اللازمة لكي يرتفع الضغط الى (0.181 atm) ثم
الى (0.190 atm)؟

الحل : (أ) $k = 1.5 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ (ب) 110 s, 150 s

مثال (٢١)

يبلغ نصف زمن التفاعل (123 min) عند درجة (15 °C) وذلك عندما
يتحطم نتراميد NH_2NO_2 الى أكسيد نيتروز N_2O وماء H_2O :



فإذا علمنا أن هذا التفاعل من الرتبة الأولى.

(أ) احسب قيمة ثابت السرعة k لهذا التفاعل.

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

(ب) ما المدة اللازمة لكمية تبلغ من NH_2NO_2 حتى تتحطم ويبقى منها فقط (0.20 g)، وكم من الزمن يمر لكي يتبقى (0.020 g) من تلك المادة؟

الحل : أ) $5.63 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ ب) 818 min, 409 min.

مثال (٢٢)

تتحطم مادة SO_2Cl_2 بتفاعل من الرتبة الأولى لتعطي SO_2 و Cl_2 فإذا علمنا أن زمن نصف التفاعل يبلغ 8.75 h عند درجة (320 °C).
أ) احسب ثابت السرعة لهذا التفاعل.
ب) إذا بدأ التفاعل بكمية تبلغ (2.5 g) من SO_2Cl_2 فكم يتبقى منها بعد مرور (3.00 h).

الحل : أ) $k = 7.92 \times 10^{-2} \text{ h}^{-1}$ ب) 1.97 g

مثال (٢٣)

يتحطم فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 في وجود حفاز ليعطي ماء وكسجين في تفاعل من الرتبة الأولى، وقد عين ثابت السرعة عند أحد درجات الحرارة فكانت قيمته $(2.40 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1})$.
أ) احسب نصف زمن التفاعل ($t_{1/2}$) بوحدات (ثانية).
ب) ما الزمن اللازم لتحطم (75.0 %) (ثلاث أرباع المادة)؟

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

(ج) ما الزمن اللازم لتحطم (87.5 %) من المادة (سبع أثمان).

(د) أذكر العلاقة بين ($t_{1/2}$, $t_{3/4}$, $t_{7/8}$).

الحل

(ب) $5.78 \times 10^3 \text{ s}$

(أ) $2.89 \times 10^3 \text{ s}$

(د) $t_{1/2} = 1/2 (t_{3/4}) = 1/3 (t_{7/8})$

(ج) $8.67 \times 10^3 \text{ s}$

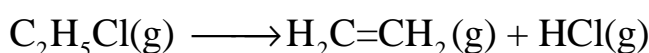
مثال (٢٤)

إذا بدأ تفاعل الرتبة الأولى ($A \longrightarrow B + C$) بعشرة جرامات من (A) فكم يبقى من تلك المادة بعد مرور ثلاثة أنصاف ($3t_{1/2}$) وستة أنصاف ($6t_{1/2}$) أزمنة. وأخيراً كم يبقى من المادة بعد مرور عشرة أنصاف ($10t_{1/2}$) من زمن التفاعل.

الحل : (0.0098 g, 0.156 g, 1.25 g)

مثال (٢٥)

تتحطم مادة كلوريد الإيثيل C_2H_5Cl لإعطاء إيثيلين C_2H_4 وكلوريد الهيدروجين HCl في تفاعل من الرتبة الأولى.



مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

فإذا علمنا أن نصف زمن التفاعل يبلغ (90 min) عند درجة حرارة (200 °C).

(أ) حسب ثابت سرعة التفاعل k

(ب) ما الزمن اللازم لتحطم (75 %) من كلوريد الإيثيل؟

الحل : (أ) $k = 7.70 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ (ب) 180 min

مثال (٢٦)

يتحطم غاز كلوريد الإيثيل $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ليعطي إيثلين C_2H_4 وكلوريد الهيدروجين HCl في تفاعل من الرتبة الأولى وعند درجة حرارة (200 °C).



سنفترض أنك عينت بتجربة السرعة k ونصف زمن التفاعل ($t_{1/2}$) وسرعة التفاعل (تلقائياً) عند تحطم (25 %) وعند درجة (200 °C) وتحت ضغط ثابت يبلغ (1.0 atm). ماذا يكون تأثير ازدياد الضغط الى الضعف (2 atm) على ما يلي :

(أ) ثابت السرعة k

(ب) نصف زمن التفاعل ($t_{1/2}$).

(ج) سرعة التفاعل عندما يتحطم (25 %) من المادة وعند درجة حرارة (200 °C).

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

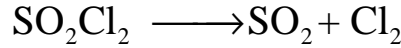
الحل : أ) لا تأثير ب) لا تأثير ج) تأثيره مضاعف.**مثال (٢٧)**

أكتب معادلة السرعة لتفاعلات الرتبة الأولى، وبين كيف تستنتج منها

$$\text{العلاقة} \left(k = \frac{0.693}{t_{1/2}} \right)$$

مثال (٢٨)

في تفاعل تحلل كلوريد السلفونيل :

كان التفاعل أحادي الرتبة وكان ثابت السرعة للتفاعل عند 320°C هو $2.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ما النسبة المئوية لتحلل كلوريد السلفونيل بتسخينه عند 320°C لمدة 90 دقيقة.**الحل**

في هذه المسألة لم نعط التركيز الابتدائي للسلفونيل، لذلك سنفرضه بأنه

يساوي 1، وسنفرض أن الجزء المنحل منه (الناتج) يساوي (x).

وبما أن التفاعل أحادي الرتبة كما أشار السؤال فإننا نطبق العلاقة

الخاصة بمعادلة السرعة التكاملية لتفاعلات الرتبة الأولى :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

$$2.303 \log \left(\frac{a}{a-x} \right) = k t$$

$$2.303 \log \left(\frac{1}{1-x} \right) = 2.0 \times 10^{-5} \times (90 \times 60)$$

$$\log \left(\frac{1}{1-x} \right) = \frac{2.0 \times 10^{-5} \times (90 \times 60)}{2.303}$$

$$\log \left(\frac{1}{1-x} \right) = 0.047 \Rightarrow \left(\frac{1}{1-x} \right) = 1.114$$

$$1 = 1.114 (1 - x)$$

$$1 = 1.114 - 1.114 x$$

$$1.114 x = 1.114 - 1$$

$$1.114 x = 0.114 \Rightarrow x = \frac{0.114}{1.114} = 0.102$$

وبالتالي فإن النسبة المئوية لتحلل SO_2Cl_2 هي % 10.2

مثال (٢٩)

النتائج التالية حصلنا عليها لانحلال سكر الجلوكوز في المحلول المائي :

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| Glucose concentration mmol. dm ⁻³ | 56.0 | 55.3 | 54.2 | 52.5 | 49.0 |
| Time/min. | 0 | 45 | 120 | 240 | 480 |

أثبت أن التفاعل أحادي الرتبة، ثم احسب ثابت السرعة للتفاعل وكذا فترة نصف العمر لتحلل الجلوكوز عند هذه الظروف.

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

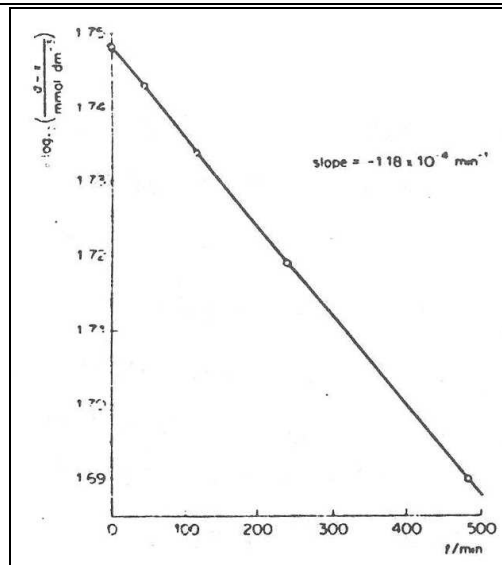
إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

الحل

من القراءات السابقة فإن التركيز الابتدائي للجلوكوز هو $(a = 56.0 \text{ mmol. dm}^{-3})$ وما يلي هذا التركيز من التركيزات الأخرى يعبر عن تركيز الجلوكوز بعد استهلاك كمية منه مقدارها (x) لذلك هو يعبر عن القيمة $(a - x)$:

| $(a = 56.0 \text{ mmol. dm}^{-3})$ | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Time/min. | 45 | 120 | 240 | 480 |
| $(a - x)$ | 55.3 | 54.2 | 52.5 | 49.0 |
| $\log (a - x)$ | 1.743 | 1.734 | 1.720 | 1.690 |

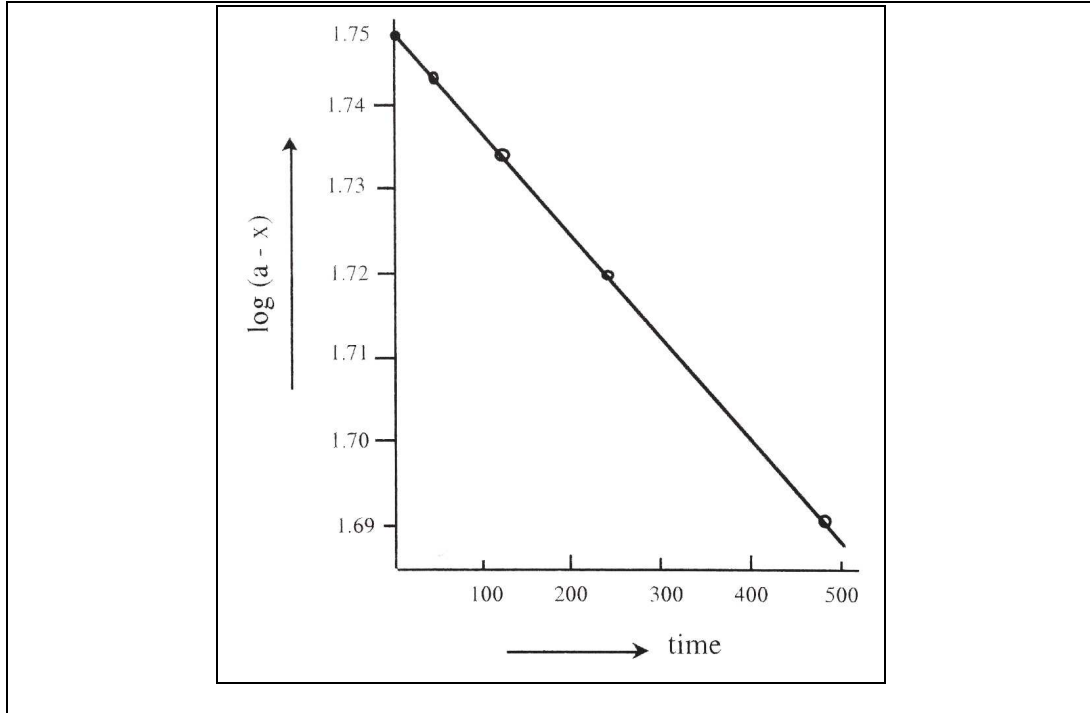
وبتمثيل العلاقة $\left(\log (a - x) = - \frac{k}{2.303} t + \log a \right)$ بأن نرسم $\log (a - x)$ على محور الصادات والزمن (t) على محور السينات نحصل على الشكل :



العلاقة بين التركيز والزمن لتحلل سكر الجلوكوز

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي



وحيث إننا حصلنا من هذه العلاقة على خط مستقيم دل ذلك على أن التفاعل أحادي الرتبة، ويكون ميل الخط المستقيم هو :

$$\text{slope} = \frac{-k}{2.303} = -1.18 \times 10^{-4}$$

$$-k = -1.18 \times 10^{-4} \times 2.303$$

$$k = 2.72 \times 10^{-4} \text{ min}^{-1}$$

ولحساب زمن نصف العمر نتبع العلاقة :

$$t_{0.5} = \frac{0.693}{k}$$

$$t_{0.5} = \frac{0.693}{2.72 \times 10^{-4}}$$

$$t_{0.5} = 2547.8 \text{ min.}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

ملحوظة :

يمكن حل المسألة الحسابية باستخدام قانون الرتبة الأولى على الصورة التالية :

$$\ln \frac{a}{(a-x)} = kt$$

$$2.303 \log \frac{a}{(a-x)} = kt$$

$$\Rightarrow \log \frac{a}{(a-x)} = \frac{k}{2.303} t$$

| $(a = 56.0 \text{ mmol. dm}^{-3})$ | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Time/min. | 45 | 120 | 240 | 480 |
| $(a - x)$ | 55.3 | 54.2 | 52.5 | 49.0 |
| $\log \frac{a}{(a-x)}$ | $0.0055 = 5.5 \times 10^{-3}$ | $0.0142 = 14.2 \times 10^{-3}$ | $0.0280 = 28 \times 10^{-3}$ | $0.0580 = 58 \times 10^{-3}$ |

وعند تمثيل $\left(\log \frac{a}{(a-x)} \right)$ على محور الصادات و (t) على محور

السينات نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وميله هو الثابت

" $k/2.303$ ". ترسم على ورق رسم بياني

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

مثال (٣٠)

تم الحصول على النتائج التالية للتحلل المائي للسكروز عند (27 °C) :

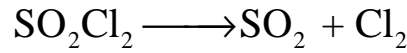
| | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|-------|
| Time, min | 0 | 60 | 130 | 180 |
| Sugar conc. (mol/L) | 1 | 0.807 | 0.630 | 0.531 |

بين أن التفاعل من الرتبة الأولى ثم احسب ثابت السرعة.

مثال (٣١)

يعتبر تحلل كلوريد السلفونيل الى ثاني أكسيد الكبريت وغاز الكلور

حسب المعادلة :



من الرتبة الأولى، وثابت سرعته (k) في درجة حرارة (320 °C) هو

($k = 2.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$). احسب نسبة تحلله في درجة الحرارة المذكورة

بعد مضي 90 min.

الحل

بتطبيق قانون الرتبة الأولى :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

$$\log \frac{a}{(a-x)} = \frac{kt}{3.303}$$

$$\log \frac{a}{(a-x)} = \frac{2.2 \times 10^{-5} \times 90 \times 60}{3.303}$$

$$\log \frac{a}{(a-x)} = 0.0516 \Rightarrow \frac{a}{(a-x)} = 1.126$$

$$a = 1.126 (a-x)$$

$$a = 1.126a - 1.126x$$

$$a - 1.126a + 1.126x = 0$$

$$-0.126a + 1.126x = 0$$

$$0.126a = 1.126x \Rightarrow x = \frac{0.126}{1.126} a = 0.112$$

$$\% x = 0.119 \times 100 = 11.2$$

ويمكن الحل باستخدام \ln بدلاً من \log والرموز $[A]_0$ ، $[A]$ بدلاً من a

و $(a-x)$ حيث :

$$[A]_0 = a, [A] = ([A]_0 - x)$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = kt$$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = 2.2 \times 10^{-5} \times (90 \times 60)$$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = 0.1188$$

$$\frac{[A]_0}{[A]} = e^{0.1188}$$

$$\frac{[A]_0}{[A]} = 1.126$$

$$\frac{[A]_0}{[A]_0 - x} = 1.126$$

$$[A]_0 = 1.126[A]_0 - 1.126x$$

$$[A]_0 - 1.126[A]_0 + 1.126x = 0$$

$$0.126[A]_0 = 1.126x$$

$$x = \frac{0.126}{1.126} = 0.112$$

$$\% x = 0.112 \times 100 = 11.2 \%$$

مثال (٣٢)

تفاعل من الرتبة الأولى تم من (30 %) في زمن قدره (35 min.)

فاحسب ما يلي :

(أ) ثابت سرعة التفاعل

(ب) فترة نصف العمر

(ج) الزمن اللازم لإتمام (80 %) من التفاعل.

(٤٤)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

الحل

أ) $k = 1.70 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ (ب) زمن نصف العمر $t_{1/2} = 68.0 \text{ min}$
ج) الزمن اللازم لإتمام (80 %) من التفاعل $t = 157.8 \text{ min}$

مثال (٣٣)

إذا كانت قيمة ثابت سرعة تفاعل من الدرجة الأولى
($k = 6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$) فاحسب نصف العمر لهذا التفاعل.

الحل

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

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}}$$

$$t_{1/2} = 1032.79 \text{ s}$$

مثال (٣٤)

يعتبر تفكك البيوتان تفاعلاً من الدرجة الأولى، فإذا علمت أن ثابت
سرعة التفاعل تساوي $9.2 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ وأن التركيز الابتدائي
للبيوتان هو (0.5 M). احسب الزمن اللازم لاستهلاك (80 %) من
هذا التركيز.

(٤٤)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

الحل

$$= [A]_0 = a = 0.5 \text{ M}$$

$$\text{التركيز المستهلك (الناتج)} = x = \frac{80}{100} \times 0.5 = 0.4 \text{ M}$$

$$= [A] = (a - x) = 0.5 - 0.4 = 0.1 \text{ M}$$

$$kt = \ln \frac{[A]_0}{[A]} = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{9.2 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}} \ln \frac{0.5}{0.1}$$

$$t = 175.0 \text{ s}$$

مثال (٣٥)

إذا كان ثابت سرعة تفكك (N_2O_5) هو ($8.1 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$) فاحسب الزمن اللازم لخفض تركيزه من (0.03 M) الى (0.02 M) بوحدة (min).

الحل

$$= [A]_0 = a = 0.03 \text{ M}$$

$$[A] = (a - x) = 0.02 \text{ M}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{8.1 \times 10^{-3}} \ln \frac{0.03}{0.02}$$

$$t = 50.1 \text{ min}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

مثال (٣٦)

تتفكك مادة ما تفككاً من الرتبة الأولى، فإذا استغرق تغير تركيزها من (0.705 M) الى (0.173 M) أربع دقائق، فاحسب ثابت سرعة التفاعل بوحدة (s⁻¹).

الحل

$$[A]_0 = a = 0.705 \text{ M} = \text{التركيز الابتدائي}$$

$$[A] = (a - x) = 0.173 \text{ M} = \text{التركيز عند زمن } t$$

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$k = \frac{1}{(4 \times 60) \text{ s}} \ln \frac{0.705}{0.173}$$

$$k = 5.85 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

مثال (٣٧)

إذا كان ثابت سرعة تفاعل ما يساوي (5 × 10⁻⁴ s⁻¹) فاحسب الزمن اللازم لتحويل (60 %) من هذا التركيز الابتدائي للمادة المتفاعلة الى نواتج بوحدة الثانية.

الحل

في هذه المسألة لم يذكر قيمة التركيز الابتدائي، لذلك سنفرض أنه يساوي (a = 1).

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$$[A]_0 = a = 1 \text{ M} = \text{التركيز الأولي}$$

$$x = \frac{60}{100} \times 1 = 0.6 \text{ M} = \text{التركيز المستهلك (الناتج)}$$

$$[A] = (a - x) = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ M} = \text{التركيز المتبقى}$$

$$kt = \ln \frac{[A]_0}{[A]} = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} \ln \frac{1}{0.4}$$

$$t = 1832.58 \text{ s}$$

مثال (٣٨)

اكتمل % 35.5 من تفاعل ما من الرتبة الأولى في زمن قدره (4.9 min) وذلك عند (25 °C) فما هو ثابت معدل سرعته بوحدة (s⁻¹)؟

الحل

لم يحدد التركيز الابتدائي في المسألة لذلك سنفرض أنه يساوي (a = 1).

$$[A]_0 = a = 1 \text{ M} = \text{التركيز الأولي}$$

$$x = \frac{35.5}{100} \times 1 = 0.355 \text{ M} = \text{التركيز المستهلك (الناتج)}$$

$$[A] = (a - x) = 1 - 0.355 = 0.645 \text{ M} = \text{التركيز المتبقى}$$

$$kt = \ln \frac{[A]_0}{[A]} = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$k = \frac{1}{(4.9 \times 60)} \ln \frac{1}{0.645}$$

$$k = 1.49 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

مثال (٣٩)

إذا كان ثابت سرعة التفاعل هو ($k = 3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$) فما الزمن الذي يستغرقه تغير تركيز المادة المتفاعلة من (2 M) الى (0.92 M) بوحدة .s

الحل

$$[A]_0 = a = 2 \text{ M} = \text{التركيز الأولي}$$

$$[A] = (a - x) = 0.92 \text{ M} = \text{التركيز المتبقي}$$

$$kt = \ln \frac{[A]_0}{[A]} = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

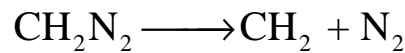
$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}} \ln \frac{2}{0.92}$$

$$t = 258.84 \text{ s}$$

مثال (٤٠)

يعتبر تفكك CH_2N_2 حسب المعادلة التالية :



تفاعلاً من الدرجة الأولى، وفترة نصف العمر له تساوي (17.3 min) عند درجة حرارة ثابتة، وكان تركيز CH_2N_2 بعد مضي خمس دقائق يساوي (0.076 M).

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى**إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي**(١) احسب التركيز الابتدائي لـ CH_2N_2

(٢) احسب الزمن اللازم لتفاعل % 40 من تركيزه الابتدائي.

(٣) ما تأثير زيادة تركيز CH_2N_2 على فترة نصف العمر.**الحل**

نحسب أولاً ثابت سرعة التفاعل من قيمة زمن نصف العمر كما يلي :

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

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

$$k = \frac{0.693}{17.3 \text{ min}} = 0.04 \text{ min}^{-1}$$

(١) **حساب التركيز الابتدائي لـ CH_2N_2 :**

$$[\text{A}]_0 = a = ?$$

$$[\text{A}] = (a - x) = 0.076 \text{ M}$$

$$t = 5 \text{ min.}$$

$$kt = \ln \frac{a}{a - x}$$

$$kt = \ln a - \ln(a - x)$$

$$\ln a = kt + \ln(a - x)$$

$$\ln a = (0.04 \text{ min}^{-1} \times 5 \text{ min}) + \ln 0.076$$

$$\ln a = - 2.377$$

$$a = 0.093 \text{ M}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

ويمكن حلها بشكل أبسط حسابياً :

$$\ln \frac{a}{a-x} = kt$$

$$\frac{a}{a-x} = e^{kt}$$

$$\frac{a}{0.076} = e^{0.04 \times 5}$$

$$a = 0.076 \times e^{0.04 \times 5}$$

$$a = 0.093 \text{ M}$$

حيث تحسب (e^{kt}) كما يلي :

$$(e^{kt} = (k \times t) \text{ then shift ln})$$

وتعني أن تضرب بالآلة الحاسبة قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) بالزمن

(t) ثم تضغط كلمة shift تليها ln

٢) حساب الزمن اللازم لتفاعل % 40 من تركيزه :

$$[A]_0 = a = 0.093 \text{ M}$$

$$x = \frac{40}{100} \times 0.093 = 0.0372$$

$$[A] = a - x = 0.093 - 0.0372 = 0.0558$$

$$kt = \ln \frac{a}{a-x}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a-x}$$

$$t = \frac{1}{0.04} \ln \frac{0.093}{0.0558}$$

$$t = 12.77 \text{ min}$$

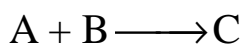
٣) زيادة تركيز CH_2N_2 لا يؤثر على فترة نصف العمر.

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

مثال (٤١)

إذا علمت أن التفاعل التالي من الرتبة الأولى :



وأن $(t_{1/2} = 200 \text{ s})$ فاحسب الزمن بالثواني اللازم لاستهلاك خمس الكمية الأصلية من المادة المتفاعلة.

الحل

أولا نحسب ثابت سرعة التفاعل من زمن نصف العمر بوحدة (s^{-1}) كما يلي :

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

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

$$k = \frac{0.693}{200 \text{ s}} = 3.465 \times 10^{-3} s^{-1}$$

ونفرض أن تركيز المادة المتفاعلة يساوي $(a = 1 \text{ M})$ ولحساب الزمن اللازم لاستهلاك خمس الكمية الأصلية من المادة المتفاعلة :

$$[A]_0 = a = 1 \text{ M}$$

$$x = \frac{1}{5} \times 1 = 0.2$$

$$[A] = a - x = 1 - 0.2 = 0.8$$

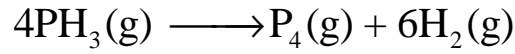
$$kt = \ln \frac{a}{a-x} \Rightarrow t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a-x}$$

$$t = \frac{1}{3.465 \times 10^{-3} s^{-1}} \ln \frac{1}{0.8}$$

$$t = 64.4 \text{ s}$$

مثال (٤٢)

التفاعل التالي من تفاعلات الرتبة الأولى :



فإذا كانت $t_{1/2} = 35 \text{ s}$ عند 680°C احسب :

(١) ثابت معدل سرعة التفاعل.

(٢) الزمن اللازم لتفكك 5 % من PH_3

الحل

(١) حساب ثابت سرعة التفاعل :

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

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

$$k = \frac{0.693}{35 \text{ s}} = 1.98 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

(٢) الزمن اللازم لتفكك 5 % من PH_3

نفرض أن التركيز الابتدائي يساوي (1 M) :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$$[A]_0 = a = 1 \text{ M}$$

$$x = \frac{5}{100} \times 1 = 0.05$$

$$[A] = a - x = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$kt = \ln \frac{a}{a - x}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a - x}$$

$$t = \frac{1}{1.98 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}} \ln \frac{1}{0.95}$$

$$t = 2.59 \text{ s}$$

مثال (٤٣)

يعد تحلل (N_2O_5) تفاعلاً من الدرجة الأولى، فإذا كانت فترة نصف العمر لهذا التفاعل تساوي (1114 s) فاحسب الزمن اللازم لخفض التركيز من (0.1 M) الى (0.01 M).

الحل

من فترة نصف العمر نحسب ثابت سرعة التفاعل :

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

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

$$k = \frac{0.693}{1114 \text{ s}} = 6.221 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

وبالتالي فإن الزمن اللازم لخفض التركيز من (0.1 M) الى

: (0.01 M)

$$[A]_0 = a = 0.1 \text{ M}$$

$$[A] = a - x = 0.01$$

$$kt = \ln \frac{a}{a - x}$$

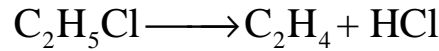
$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a - x}$$

$$t = \frac{1}{6.221 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} \ln \frac{0.1}{0.01}$$

$$t = 3701.3 \text{ s}$$

مثال (٤٤)

يتفكك كلوريد الإيثيل عند درجة حرارة معينة حسب التفاعل التالي :

فإذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل يساوي $(1.6 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1})$ والتركيزالإبتدائي لكلوريد الإيثيل يساوي $(0.165 \text{ mol L}^{-1})$.

(١) ما رتبة التفاعل.

(٢) ما تركيز $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ بعد مضي (125 h)؟

(٣) ما نصف العمر للتفاعل؟

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

الحل

(١) رتبة التفاعل هي الأولى بسبب أن وحدة ثابت سرعة التفاعل هي (s^{-1}) .

(٢) حساب تركيز C_2H_5Cl بعد مضي (125 h) :

$$[A]_0 = a = 0.165 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[A] = (a - x) = ?$$

$$\ln \frac{a}{(a - x)} = kt \Rightarrow \frac{a}{(a - x)} = e^{kt}$$

$$(a - x) = \frac{a}{e^{kt}} \Rightarrow (a - x) = \frac{0.165}{e^{125 \times 3600 \times 1.6 \times 10^{-6}}}$$

$$(a - x) = \frac{0.165}{2.054} = 0.080 \text{ mol L}^{-1}$$

(٣) حساب فترة نصف العمر :

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

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{1.6 \times 10^{-6}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 433125 \text{ s}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 120.3 \text{ h}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (٤٥)

ثابت سرعة التفاعل من الرتبة الأولى : $A \longrightarrow B$ يساوي $(k = 1.2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1})$ ، فإذا كان التركيز الأصلي للمادة يساوي (2 M) فما المتبقي منها بعد مرور (200 s) ؟

الحل

$$[A]_0 = a = 0.165 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[A] = (a - x) = ?$$

$$\ln \frac{a}{(a - x)} = kt$$

$$\frac{a}{(a - x)} = e^{kt}$$

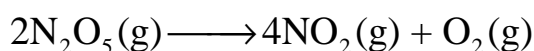
$$(a - x) = \frac{a}{e^{kt}}$$

$$(a - x) = \frac{2}{e^{1.2 \times 10^{-2} \times 200}}$$

$$(a - x) = \frac{2}{11.02} = 0.181 \text{ mol L}^{-1}$$

مثال (٤٦)

إذا كان تفكك $(\text{N}_2\text{O}_5 \text{ (g)})$ المذاب في رابع كلوريد الكربون هو تفاعل من الرتبة الأولى حسب المعادلة التالية :



مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

فإذا بدأ التفاعل عند درجة حرارة (45 °C) بتركيز N_2O_5 قدره $(9.00 \text{ mol L}^{-1})$ وانخفض تركيزه بعد 3 h الى (1.21×10^{-3}) ، فما فترة نصف العمر لـ N_2O_5 معبراً عنها بالدقائق.

الحل

نحسب أولاً ثابت سرعة التفاعل كما يلي :

$$[A]_0 = a = 9.00 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[A] = (a - x) = 1.21 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$kt = \ln \frac{a}{(a - x)} \Rightarrow k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$k = \frac{1}{3 \times 60} \ln \frac{9}{1.21 \times 10^{-3}}$$

$$k = 0.0495 \text{ min}^{-1}$$

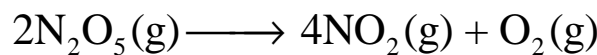
وبالتالي فإنه لحساب نصف العمر نتبع العلاقة :

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{0.0495 \text{ min}^{-1}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 14 \text{ min}$$

مثال (٤٧)

ثابت سرعة التفاعل من الرتبة الأولى عند (45 °C) :



مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

هو $(k = 4.8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1})$ وكان التركيز الابتدائي للمادة N_2O_5 هواحسب $(1.6 \times 10^{-2} \text{ mol/L})$:(١) تركيز N_2O_5 بعد مرور 10 min

(٢) فترة نصف العمر

(٣) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (70 %) من التركيز الابتدائي لـ

 N_2O_5

الحل

(١) تركيز N_2O_5 بعد مرور 10 min

$$[A]_0 = a = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[A] = (a - x) = ?$$

$$\ln \frac{a}{(a - x)} = kt$$

$$\frac{a}{(a - x)} = e^{kt}$$

$$(a - x) = \frac{a}{e^{kt}} \Rightarrow (a - x) = \frac{1.6 \times 10^{-2}}{e^{4.8 \times 10^{-4} \times 10 \times 60}}$$

$$(a - x) = \frac{1.6 \times 10^{-2}}{1.33} = 0.012 \text{ mol L}^{-1}$$

(٢) فترة نصف العمر

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{4.8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 1443.75 \text{ s}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

٣) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (70 %) من التركيز الابتدائي لـ



$$[A]_0 = a = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$x = \frac{70}{100} \times 1.6 \times 10^{-2} = 0.0112$$

$$[A] = (a - x) = (1.6 \times 10^{-2} - 1.12 \times 10^{-2}) = 4.8 \times 10^{-3}$$

$$kt = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{4.8 \times 10^{-4}} \ln \frac{1.6 \times 10^{-2}}{4.8 \times 10^{-3}}$$

$$t = 2508.28 \text{ s}$$

$$t = 41.80 \text{ min}$$

مثال (٤٨)

إذا كان تحول البروبان الحلقي الى بروبين في الحالة الغازية يتم عند

(250 °C) فإذا كان التفاعل من الرتبة الأولى وكان ثابت سرعة

التفاعل هو ($k = 6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$)، احسب :

١) تركيز البروبان الحلقي بعد مرور (4.5 min) إذا كان التركيز

الابتدائي للبروبان الحلقي (0.25 mol /L).

٢) فترة نصف العمر

٣) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (72 %) من التركيز المبدئي

للبروبان.

(٦٠)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

الحل

١) تركيز البروبان الحلقي بعد مرور (4.5 min) إذا كان التركيز الابتدائي للبروبان الحلقي (0.25 mol /L).

$$[A]_0 = a = 0.25 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[A] = (a - x) = ?$$

$$\ln \frac{a}{(a - x)} = kt \Rightarrow \frac{a}{(a - x)} = e^{kt}$$

$$(a - x) = \frac{a}{e^{kt}} \Rightarrow (a - x) = \frac{0.25}{e^{6.71 \times 10^{-4} \times 4.5 \times 60}}$$

$$(a - x) = \frac{0.25}{1.2} = 0.21 \text{ mol L}^{-1}$$

٢) فترة نصف العمر

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 1032.8 \text{ s}$$

٣) الزمن اللازم من أجل أن يتحول (72 %) من التركيز المبدئي للبروبان.

(٦٠)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

$$[A]_0 = a = 0.25 \text{ mol L}^{-1}$$

$$x = \frac{72}{100} \times 0.25 = 0.18$$

$$[A] = (a - x) = (0.25 - 0.18) = 0.07$$

$$kt = \ln \frac{a}{(a - x)}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{(a - x)}$$

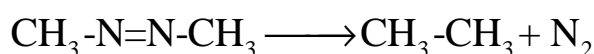
$$t = \frac{1}{6.71 \times 10^{-4}} \ln \frac{0.25}{0.07}$$

$$t = 1897.12 \text{ s}$$

$$t = 31.62 \text{ min}$$

مثال (٤٩)

يمكن تحويل الأيزوميثان الى إيثان ونيتروجين عند (300 °C) حسب التفاعل التالي الذي هو من الرتبة الأولى :



ووجد أن ثابت سرعة التفاعل عند هذه الدرجة ($k = 2.56 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$)

¹) وكان الضغط الجزئي للأيزوميثان (284 mmHg) فاحسب :

(١) الضغط الجزئي للأيزوميثان بعد (3 min).

(٢) الفترة الزمنية لخفض الضغط الجزئي للأيزوميثان من

(248 mmHg) الى (100 mmHg).

(٣) فترة نصف العمر.

الحل

الضغط الابتدائي P_0 يقابل التركيز الابتدائي $[A]_0$ ، والضغط (P_t) عند

زمن t يقابل التركيز الابتدائي $[A]$ عند زمن t .

وقانون الرتبة الأولى يمكن أن يصاغ في حالة الضغوط كما يلي :

$$kt = \ln \frac{P_0}{P_t}$$

١) الضغط الجزئي للأيزوميثان بعد (3 min).

$$\ln \frac{P_0}{P_t} = kt$$

$$\frac{P_0}{P_t} = e^{kt} \Rightarrow P_t = \frac{P_0}{e^{kt}}$$

$$P_t = \frac{284 \text{ mmHg}}{e^{2.56 \times 10^{-3} \times 3 \times 60}}$$

$$P_t = \frac{284 \text{ mmHg}}{1.585}$$

$$P_t = 179.2 \text{ mm Hg}$$

٢) الفترة الزمنية لخفض الضغط الجزئي للأيزوميثان من

(248 mmHg) الى (100 mmHg).

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

$$P_0 = 284 \text{ mmHg}$$

$$P = 100 \text{ mmHg}$$

$$kt = \ln \frac{P_0}{P_t} \Rightarrow t = \frac{1}{k} \ln \frac{P_0}{P_t}$$

$$t = \frac{1}{2.56 \times 10^{-3}} \ln \frac{284}{100}$$

$$t = 407.74 \text{ s}$$

٣) فترة نصف العمر.

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{2.56 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 271.7 \text{ s}$$

مثال (٥٠)

إذا علمت أن ثابت سرعة تفكك المادة (AB) يساوي (3.2×10^{-2}) فاحسب الزمن اللازم لخفض تركيزه الى النصف بوحدة (s).

الحل : 21.65 s

(٦٤)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

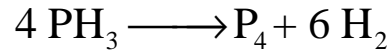
مثال (٥١)

إذا علمت أن $(t_{1/2} = 80 \text{ min})$ وذلك لتفاعل من الرتبة الأولى فاحسب ثابت سرعة التفاعل بوحدة (min^{-1}) .

الحل : $k = 8.66 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$

مثال (٥٢)

يعتبر تفكك الفوسفين تفاعلاً من الدرجة الأولى :



فإذا استغرقت عملية تفكك نصف كمية معينة منه زمناً قدره (35 s) فاحسب :

(١) ثابت سرعة التفاعل

(٢) الزمن اللازم لتفكك ربع الكمية عند نفس الظروف.

الحل

(١) ثابت سرعة التفاعل : $k = 0.02 \text{ s}^{-1}$

(٢) الزمن اللازم لتفكك ربع الكمية : $t = 14.4 \text{ s}$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

مثال (٥٣)

إذا كان ثابت سرعة تفكك غاز (N_2O_5) هو ($k = 8.1 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$) فاحسب الزمن اللازم لخفض تركيزه من (0.03 M) الى (0.003 M) بوحدة (min).

الحل : $t = 284.27 \text{ min}$

مثال (٥٤)

تتفكك مادة معينة تفككاً من الرتبة الأولى، فإذا استغرق تغير تركيزها من (0.705 mol/L) الى (0.173 mol/L) أربع دقائق، فاحسب ثابت سرعة التفاعل بوحدة s^{-1}

الحل : $k = 5.85 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

مثال (٥٥)

إذا علمت أن تفكك (C_2H_5Cl) تفاعلاً من الرتبة الأولى وكان تركيز (C_2H_5Cl) بعد مرور دقيقة واحدة هو (0.01 mol/L). فما التركيز الابتدائي لهذه المادة؟ علماً بأن ($t_{1/2} = 22 \text{ s}$).

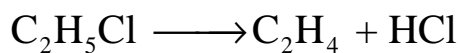
الحل : التركيز الابتدائي : $[A] = a = 0.066 \text{ mol/L}$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (٥٦)

يتفكك كلوريد الإيثيل عند درجة حرارة معينة حسب التفاعل :

فإذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل يساوي ($k = 1.6 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$)

والتركيز الابتدائي لكلوريد الإيثيل يساوي (0.165 mol/L).

(١) ما رتبة التفاعل؟

(٢) ما تركيز $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ بعد مضي (125 h)

(٣) ما نصف العمر للتفاعل.

الحل

(١) رتبة التفاعل هي الأولى

(٢) التركيز بعد مضي (125 h) يساوي (0.08 mol/L)

(٣) نصف العمر للتفاعل : $t_{1/2} = 120.3 \text{ h}$

مثال (٥٧)

التفكك الحفزي ل فوق أكسيد الهيدروجين في محلول مائي أمكن تتبعه

وذلك بمعايرة عينات منه مع KMnO_4 عند مختلف الأزمنة وذلك

لتعيين تركيز فوق أكسيد الهيدروجين الغير متفاعل، تبعاً للنتائج التالية :

| | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|-----|
| time/min | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 |
| Volume of $\text{KMnO}_4/\text{cm}^3$ | 37.1 | 29.8 | 19.6 | 12.3 | 5.0 |

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

وضح بالرسم البياني أن التفاعل أحادي الرتبة، ثم احسب ثابت سرعة التفاعل.

مثال (٥٨)

النتائج التالية لتميؤ السكر في محلول مائي عند $23\text{ }^{\circ}\text{C}$:

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| time/min | 0 | 60 | 130 | 180 |
| Sugar concentration mol dm ⁻³ | 1.000 | 0.807 | 0.630 | 0.531 |

بين أن التفاعل أحادي الرتبة واحسب ثابت سرعة التميؤ.

مثال (٥٩)

يتفكك % 40 من المتفاعلات لتفاعل من الدرجة الأولى في مدة قدرها 70 S، ما الزمن اللازم لتفكك % 90؟

الحل : $t = 315.42\text{ s}$

مثال (٦٠)

يتبع تميؤ ميثيل البروميد الرتبة الأولى، ويمكن تتبعه بمعايرة عينات من خليط التفاعل مع نترات الفضة. وقد وجد في تجربة تقليدية أن الحجم المطلوب من نترات الفضة لعينات تتكون من 10 ملليترات في درجة حرارة (330 K) هو كما يلي :

| | | | | | |
|----------------------------|---|-----|------|------|----------|
| Time (min.) | 0 | 88 | 300 | 412 | ∞ |
| V(AgNO ₃) (ml) | 0 | 5.4 | 17.3 | 22.1 | 49.5 |

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

احسب ثابت سرعة التفاعل.

مثال (٦١)

النتائج التالية تم الحصول عليها من تحلل (17 %) من السكروز في
 (0.099 N) من محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) في درجة
 حرارة (T = 308 K).

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Time, min. | 0.00 | 9.82 | 59.60 | 93.18 | 142.9 | 249.8 | 589.4 |
| [Sucrose] × 10 ² , mol/L | 99.00 | 96.5 | 80.3 | 71.3 | 59.8 | 32.8 | 11.1 |

فما درجة التفاعل بالنسبة للسكروز، وما قيمة ثابت السرعة.

الحل

نفترض أن التفاعل من الرتبة الأولى. ونتأكد بحساب قيمة ثابت سرعة
 التفاعل عند أزمنة مختلفة فإذا حصلنا على قيمة ثابتة لـ (k) فإن التفاعل
 يكون بالفعل من الرتبة الأولى. أما إذا حصلنا على قيم غير ثابتة (أو
 غير متقاربة) فإن التفاعل يكون من رتبة غير الأولى وبالتالي نحاول
 مع قوانين رتب أخرى.

ويمكن حساب قيمة k بطريقتين :

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{(a-x)}$$

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

| $a \times 10^3 = 99.00$ | | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Time, min. | 9.82 | 59.60 | 93.18 | 142.9 | 249.8 | 589.4 |
| [Sucrose] $\times 10^3$ N = (a - x) $\times 10^3$ | 96.5 | 80.3 | 71.3 | 59.8 | 32.8 | 11.1 |
| $\left(\frac{a}{a-x}\right)$ | 1.026 | 1.233 | 1.388 | 1.655 | 3.018 | 8.919 |
| $\log\left(\frac{a}{a-x}\right)$ | 0.0111 | 0.0910 | 0.1424 | 0.2188 | 0.4797 | 0.950 |
| $k = \frac{2.303}{t} \log \frac{a}{(a-x)}$ | 2.614 $\times 10^{-3}$ | 3.515 $\times 10^{-3}$ | 3.519 $\times 10^{-3}$ | 3.526 $\times 10^{-3}$ | 4.423 $\times 10^{-3}$ | 3.713 $\times 10^{-3}$ |
| $k = 3.552 \times 10^{-3}$ | | | | | | |

ونلاحظ أن القيم متقاربة جداً وأن متوسط قيمة ثابت سرعة التفاعل :
 $(k = 3.552 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1})$ مما يعني أن التفاعل من الرتبة الأولى.
ويمكن حساب قيمة ثابت سرعة التفاعل بالعلاقة الأخرى

$$: k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

| $a \times 10^3 = 99.00$ | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Time, min. | 9.82 | 59.60 | 93.18 | 142.9 | 249.8 | 589.4 |
| $(a - x) \times 10^3$ | 96.5 | 80.3 | 71.3 | 59.8 | 32.8 | 11.1 |

فمثلاً نأخذ الزمن $(t_1 = 9.82 \text{ min})$ والذي يقابله التركيز
 $(a - x_1 = 96.5 \times 10^{-3})$
والزمن $(t_2 = 59.60 \text{ min})$ والذي يقابله التركيز
 $(a - x_2 = 80.3 \times 10^{-3})$
وبتطبيق العلاقة :

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

$$k = \frac{2.303}{(59.60 - 9.82)} \log \frac{(96.5 \times 10^{-3})}{(80.3 \times 10^{-3})}$$

$$k = 3.692 \times 10^{-3}$$

ولنأخذ النقطة الأولى والأخيرة ونطبق عليها نفس القانون :

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)} \log \frac{(a - x_1)}{(a - x_2)}$$

$$k = \frac{2.303}{(589.4 - 9.82)} \log \frac{(96.5 \times 10^{-3})}{(11.1 \times 10^{-3})}$$

$$k = 3.732 \times 10^{-3}$$

والقيمتان لثابت سرعة التفاعل متقاربة، مما يعني أن التفاعل من الرتبة الأولى.

(٧١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزاري

مثال (٦٢)

يتميو (57%) من محلول السكروز الحمضي بعد (66 min.) بفرض
أن التفاعل أحادي الجزيئية فاحسب :
أ) الزمن اللازم لتميو (75 %).
ب) درجة التميؤ بعد ساعتين.

مثال (٦٣)

وجد أن محلول له التركيزات التالية بعد عمله :

| | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Time (mol cm ⁻³) | 0 | 10 | 50 | 100 | 150 |
| Conc. (mol cm ⁻³) | 1.0000 | 0.9616 | 0.8235 | 0.6776 | 0.5572 |

أوجد :

أ) رتبة هذا التفاعل.

ب) الزمن اللازم لتحلل (50 %) من المحلول.

مثال (٦٤)

الجدول التالي يعطي معلومات على التفاعل الرمزي (A → products)

عند درجة حرارة (25 °C) كالتالي :

| | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Time (Sec.) | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 |
| [A] mol/dm ³ | 0.461 | 0.371 | 0.298 | 0.196 | 0.123 |

(٧١)

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

بين عن طريق التعويض في القانون وكذلك عن طريق الرسم البياني أن التفاعل من الرتبة الأولى، واحسب فترة نصف العمر.

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

٦٥) تؤدي زيادة درجة الحرارة لتفاعل من الرتبة الأولى الى :

- (أ) نقص $t_{1/2}$ (ب) زيادة $t_{1/2}$ (ج) نقص E_a (د) زيادة E_a

٦٦) فترة نصف العمر لتفاعلات الرتبة الأولى :

(أ) تتناسب طردياً مع التركيز الابتدائي (ب) تتناسب عكسياً مع ثابت سرعة التفاعل

(ج) تتناسب طردياً مع ثابت سرعة التفاعل (د) تتناسب عكسياً مع التركيز الابتدائي

٦٧) في تفاعل $(A \rightarrow B)$ من الرتبة الأولى فإن مضاعفة تركيز A :

(أ) تزيد قيمة $t_{1/2}$ الى الضعف (ب) تنقص قيمة $t_{1/2}$ الى النصف

(ج) تزيد قيمة $t_{1/2}$ بمقدار 0.693 من القيمة الأصلية (د) لا توجد إجابة صحيحة

٦٨) تتأثر قيمة $t_{1/2}$ لتفاعل من الدرجة الأولى بـ :

(أ) قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) (ب) الضغط

(ج) نقص التركيز الابتدائي (د) زيادة التركيز الابتدائي.

٦٩) يتناسب عمر النصف مع التركيز لتفاعل من الرتبة الأولى تناسباً :

(أ) طردياً (ب) عكسياً (ج) عكسياً مع مربع التركيز (د) لا توجد إجابة صحيحة

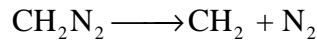
مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزالي

(٧٠) قيمة ثابت سرعة تفاعل من الدرجة الأولى $k = 6.71 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

(١) فعمل النصف للتفاعل هو :

(أ) طردياً (ب) عكسياً (ج) عكسياً مع مربع التركيز (د) لا توجد إجابة صحيحة

(٧١) يعتبر تفكك CH_2N_2 حسب المعادلة التالية :

تفاعلاً من الدرجة الأولى وفترة عمر النصف تساوي (17.3 min) عند

درجة حرارة ثابتة وكان تركيز CH_2N_2 بعد مضي خمس دقائق يساوي

(0.076 M) فإن التركيز الابتدائي يساوي :

(أ) 0.039 M (ب) 10.77 M (ج) 0.093 M (د) لا توجد إجابة صحيحة.

(٧٢) إذا كانت فترة عمر النصف لتفاعل من الدرجة الأولى تساوي

(38.5 min) فإن ثابت سرعة هذا التفاعل بوحدة (s^{-1}) تساوي :(أ) 2×10^{-3} (ب) 5×10^4 (ج) 3×10^{-4} (د) 7×10^{-5}

(٧٣) إذا كان عمر النصف لتفاعل من الرتبة الأولى يساوي (2.5 h)

فإن قيمة ثابت سرعة التفاعل تساوي :

(أ) $7.7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ (ب) 0.77 s^{-1} (ج) $4.6 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ (د) $4.6 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1}$ (٧٤) إذا كان ثابت سرعة تفكك (N_2O_5) هو

مسائل حسابية على قانون تفاعلات الرتبة الأولى

إعداد د/ عمر بن عبد الله الهزازي

(٧٤) $k = 8.1 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ فإن الزمن اللازم لخفض تركيزه من

(0.03 M) الى (0.02 M) بوحدة (min) يساوي :

- أ) 50 ب) 45 ج) 55 د) 60

(٧٥) إذا كان ثابت سرعة تفاعل ما يساوي $(k = 5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1})$ فإن

الزمن اللازم لتحول (60 %) من هذا التركيز الابتدائي للمادة

المتفاعلة الى نواتج بوحدة (s) يساوي :

- أ) 1832.6 ب) 1021.6 ج) 5000 د) 10^2

(٧٦) إذا علمت أن ثابت سرعة تفكك $(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})$ هو

$(k = 3.2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1})$ فإن الزمن اللازم لخفض تركيزه الى النصف

يساوي بوحدة (s) :

- أ) 21.66 ب) 0.693 ج) 3.2 د) 3050

(٧٧) ثابت سرعة التفاعل $A \rightarrow B$ من الرتبة الأولى يساوي $(k = 1.2$

$\times 10^{-2} \text{ s}^{-1})$ فإذا كان التركيز الأصلي للمادة يساوي (2 M) فإن

المتبقي منها بعد مرور (200 s) يساوي :

- أ) 0.55 M ب) 1.0 M ج) 0.18 M د) 1.7 M