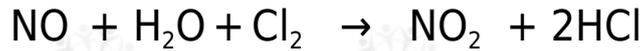


## تعيين رتبة التفاعل لتفاعل يشتمل على أكثر من مادة متفاعلة

مثال:

$\text{NO}_2$  يتفاعل مع  $\text{HCl}$  في الحالة الغازية حسب المعادلة الموزونة التالية:



وقد جمعت البيانات المدونة في الجدول التالي عند درجة 25°س، والتي تمثل السرعة  $\text{NO}_2$  ,  $\text{HCl}$  الابتدائية عند تراكيز مختلفة من .

رقم التجربة	$[\text{NO}_2]$	$[\text{HCl}]$	السرعة الابتدائية (مول/لتر . ثانية )
١	٠,٣٠	٠,٣٠	$٢-١٠ \times ١,٤$
٢	٠,٦٠	٠,٣٠	$٢-١٠ \times ٢,٨$
٣	٠,٣٠	٠,٦٠	$٢-١٠ \times ٢,٨$

١. اكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل.
٢.  $\text{NO}_2$  جد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة .
٣.  $\text{HCl}$  جد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة .
٤. ما رتبة التفاعل الكلية؟
٥. اكتب قانون سرعة التفاعل.
٦.  $k$  احسب قيمة الثابت مبيناً وحدته.
٧.  $[\text{NO}_2] = [\text{HCl}] = 0,1$  احسب سرعة التفاعل عندما يكون مول/لتر .

الحل:

١. الصيغة العامة لقانون السرعة هي:

$$k [\text{NO}_2]^x [\text{HCl}]^y = \text{سرعة التفاعل}$$

٢.  $\text{NO}_2$  لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة نلاحظ أن  $[\text{HCl}]$  ثابتاً في التجريبتين (1 ، 2) ، وأن مضاعفة  $[\text{NO}_2]$  مرتين أدى إلى مضاعفة سرعة التفاعل مرتين، أي أن التفاعل بالنسبة لـ  $\text{NO}_2$  هو من الرتبة الأولى.

أو يمكن أن نقسم التجربة رقم (2) على التجربة رقم (1):

$$\frac{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x \frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y k}{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x \frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y k} = \frac{\text{(سرعة التفاعل)}_2}{\text{(سرعة التفاعل)}_1}$$

k وباختصار قيمة ثابت السرعة وتركيز HCl لأنهما ثابتان تصبح العلاقة:

$$\begin{aligned} \frac{\frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y}{\frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y} &= \frac{\text{(سرعة التفاعل)}_2}{\text{(سرعة التفاعل)}_1} \\ \frac{\left(\frac{0,60}{0,30}\right)^x}{\left(\frac{0,60}{0,30}\right)^x} &= \frac{2-10 \times 2,8}{2-10 \times 1,4} \\ x(2) &= 2 \\ 1 &= x \end{aligned}$$

3. لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة نلاحظ أن  $[\text{NO}_2]$  ثابتاً في التجريبتين (1 ، 3)، وأن مضاعفة  $[\text{HCl}]$  مرتين أدى إلى مضاعفة سرعة التفاعل مرتين، أي أن التفاعل بالنسبة لـ HCl هو من الرتبة الأولى.

أو يمكن أن نقسيم التجربة رقم (3) على التجربة رقم (1):

$$\frac{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x \frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y k}{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x \frac{1}{2}[\text{NO}_2]^y k} = \frac{\text{(سرعة التفاعل)}_2}{\text{(سرعة التفاعل)}_1}$$

k وباختصار قيمة ثابت السرعة وتركيز  $\text{NO}_2$  لأنهما ثابتان تصبح العلاقة:

$$\begin{aligned} \frac{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x}{\frac{1}{2}[\text{HCl}]^x} &= \frac{\text{(سرعة التفاعل)}_2}{\text{(سرعة التفاعل)}_1} \\ \frac{\left(\frac{0,60}{0,30}\right)^y}{\left(\frac{0,60}{0,30}\right)^y} &= \frac{2-10 \times 2,8}{2-10 \times 1,4} \\ y(2) &= 2 \\ 1 &= y \end{aligned}$$

بأنه من الرتبة الثانية.  $4x+y = 1 + 1 = 2$ . رتبة التفاعل الكلية تساوي مجموع ( ، لذلك يوصف التفاعل

5. قانون السرعة للتفاعل هو:

$$= \text{سرعة التفاعل} \quad k[\text{NO}_2]^1[\text{HCl}]^1$$

6k. لحساب قيمة ثابت السرعة نعوض قيم التركيز والسرعة في إحدى التجارب الواردة في الجدول، فمثلاً يمكن تعويض القيم الواردة في الجدول والخاصة بالتجربة رقم (1):

$$= \text{سرعة التفاعل} \quad k[\text{NO}_2]^1[\text{HCl}]^1$$

$$\frac{\text{سرعة التفاعل}}{[\text{HCl}]^1[\text{NO}_2]^1} = k$$

$$= k = \frac{2-10 \times 1,4}{(0,3)^1(0,3)^1} = 0,015 \text{ لتر/مول. ث}$$

7. لحساب سرعة التفاعل نعوض قيمة ثابت السرعة المحسوب في الفرع السابق، والتركيز المعطاة في السؤال في قانون السرعة:

$$= \text{سرعة التفاعل} \quad k[\text{NO}_2]^1[\text{HCl}]^1$$

$$\text{سرعة التفاعل} = 0,015 = (0,1)^1 \times (0,1)^1 \times 0,00015 = 0,00015 \text{ مول/لتر. ث}$$

### سؤال 1:

3B + 2D → 2A + C في التفاعل الافتراضي الآتي: 3، تم جمع البيانات العملية كما هو مبين في الجدول أدناه. اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول، أجب عما يأتي:

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A مول / لتر . ث
1	0,1	0,1	0,1
2	0,2	0,1	0,4
3	0,2	0,2	0,4

1. احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين: A , B .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.
3. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل ( ) مع ذكر وحدته.

## سؤال 2 :

الجدول أدناه، اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول، أجب عما يأتي:  
 $NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$  في التفاعل الآتي 2 ، تم جمع البيانات العملية كما هو مبين في

رقم التجربة	[NO] مول/لتر	[O <sub>2</sub> ] مول/لتر	سرعة تكوّن NO <sub>2</sub> مول / لتر . ث
١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٠٧
٢	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١٤
٣	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٢٨

1. NO ، O<sub>2</sub> احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين : .
2. k اكتب قانون سرعة التفاعل ثم احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل ( ) مع ذكر وحدته.

## سؤال 3 :



تم جمع البيانات العملية كما هو مبين في الجدول التالي:

رقم التجربة	[A] (مول/لتر)	[B] (مول/لتر)	سرعة تكوّن C (مول/لتر . ث)
١	٠,١	٠,١	$٢-١٠ \times ١,٢$
٢	٠,٢	٠,١	$٢-١٠ \times ٤,٨$
٣	٠,٢	٠,٢	$٢-١٠ \times ٩,٦$

اعتماداً على البيانات الواردة، أجب عما يأتي:

1. A احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ، والمادة B .
2. اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل.
3. k احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل ( ) ، مع ذكر وحدته.

## سؤال 4 :



رقم التجربة	[A] (مول/لتر)	[B] (مول/لتر)	سرعة تكوّن C (مول / لتر . ثانية)
١	٠,٠١	٠,٠١	$٢ \cdot ١٠ \times ١,٢٠$
٢	٠,٠٢	٠,٠١	$٢ \cdot ١٠ \times ٢,٤٠$
٣	٠,٠١	٠,٠٢	$٢ \cdot ١٠ \times ٤,٨٠$

1. احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة .
2. احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة .
3. اكتب قانون السرعة للتفاعل السابق.
4. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل السابق ( ) مع ذكر وحدته.

### سؤال 5 :

في الجدول أدناه، أجب عما يأتي:

$$NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$$

2 ، تم جمع البيانات العملية كما هو مبين

رقم التجربة	[Cl <sub>2</sub> ] (مول/لتر)	[NO] (مول/لتر)	سرعة تكوّن NOCl (مول/لتر . ثانية)
١	٠,١	٠,١	$٢ \cdot ١٠ \times ٢,٥٠$
٢	٠,٣	٠,١	$٢ \cdot ١٠ \times ٧,٥٠$
٣	٠,١	٠,٣	$٥ \cdot ١٠ \times ٢,٢٥$

1. احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين: NO ، Cl<sub>2</sub> .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.
3. احسب قيمة ثابت السرعة ( ) مع ذكر وحدته.

### سؤال 6 :

في التفاعل الافتراضي الآتي:



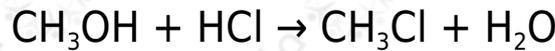
تم تسجيل البيانات المبينة في الجدول أدناه عملياً من خلال التجربة:

رقم التجربة	[D] الابتدائي (مول/لتر)	[E] الابتدائي (مول/لتر)	[F] الابتدائي (مول/لتر)	السرعة الابتدائية (مول / لتر . ث)
١	٠,١	٠,١	٠,٢	$٦ \cdot ١٠ \times ٤,٤$
٢	٠,١	٠,١	٠,٤	$٦ \cdot ١٠ \times ٨,٨$
٣	٠,١	٠,٠٥	٠,٢	$٦ \cdot ١٠ \times ٤,٤$
٤	٠,٣	٠,١	٠,٢	$٥ \cdot ١٠ \times ١,٣٢$
٥	؟؟	٠,١	٠,١	$٦ \cdot ١٠ \times ٨,٨$

١. اكتب قانون سرعة التفاعل.
٢. احسب تركيز المادة في التجربة رقم (5).

### سؤال 7 :

يتفاعل الماء مع  $\text{CH}_3\text{Cl}$  حسب المعادلة التالية:



$\text{CH}_3\text{Cl}$  إذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف مرتين عند مضاعفة تركيز مرتين، كما تتضاعف السرعة أربع مرات عند مضاعفة تركيز  $\text{H}_2\text{O}$  مرتين.

أجب عما يأتي:

١.  $\text{H}_2\text{O}$  ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$  احسب رتبة التفاعل بالنسبة لكل من المادتين .
٢. اكتب قانون سرعة التفاعل.
٣.  $[\text{H}_2\text{O}] = 1,5$  إذا كانت سرعة التفاعل = 1,5 مول / لتر. ثانية، عندما يكون  $[\text{CH}_3\text{Cl}] = 0,2$  مول/لتر. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل (k).

### سؤال 8 :

ادرس الجدول المجاور الذي يوضح بيانات التفاعل الافتراضي:  $3A \rightarrow C + 2D$  ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة التفاعل مول/لتر. ث
١	٠,١	٠,٢	$١ \times ١٠^{-٤}$
٢	٠,٢	٠,٢	$٤ \times ١٠^{-٤}$
٣	٠,١	٠,٤	$١ \times ١٠^{-٤}$

1. ما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ؟
2. ما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ؟
3. اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل.
4. ما قيمة ثابت سرعة التفاعل ؟

ب) إذا كانت رتبة التفاعل لمادة متفاعلة هي (1) وازداد تركيز المادة إلى الضعف مع بقاء العوامل الأخرى ثابتة، فكم مرة تتضاعف سرعة التفاعل؟

### سؤال 9 :

$C \rightarrow A + B$  اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول الآتي للتفاعل:

رقم التجربة	[A] (مول/لتر)	[B] (مول/لتر)	سرعة تكوّن C (مول / لتر. ثانية)
١	٠,٢	٠,٢	$٣,٥٠ \times ١٠^{-٤}$
٢	٠,٤	٠,٤	$٢,٨٠ \times ١٠^{-٢}$
٣	٠,٨	٠,٤	$١,١٢ \times ١٠^{-٢}$

1. احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ، وإلى المادة B .
2. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل السابق ( ) مع ذكر وحدته.

### سؤال 10 :

$C + D \rightarrow 2A + 2B$  في التفاعل العام الآتي : 2 ، وكان قانون سرعة التفاعل (س)  $k^2 = [A][B]$  ، فكم تتضاعف سرعة التفاعل في الحالات التالية:

1. A ، B عند مضاعفة تركيز كل من معاً.
2. B مضاعفة تركيز مرتين ومضاعفة تركيز A ثلاث مرات.

### سؤال 11 :



وكانت سرعة التفاعل  $1,2 \times 10^{-3}$  مول/لتر.ث، فكم تصح قيمة سرعة التفاعل في الحالات التالية:

1. R مضاعفة تركيز ثلاث مرات، و M مرتين.
2. R تقليل تركيز إلى النصف، ومضاعفة تركيز M أربع مرات.

### سؤال 12 :

$NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$  في التفاعل الغازي: 2 ، وجد أن سرعة التفاعل تتضاعف مرتين عند مضاعفة  $[Cl_2]$  مرتين مع بقاء  $[NO]$  ثابتاً، كما تتضاعف سرعة التفاعل (8) مرات عند مضاعفة تركيز كل من  $Cl_2$ ،  $NO$  مرتين.

1. ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادتين و  $NO$  ؟
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.

### سؤال 13 :



فإذا كان قانون السرعة لهذا التفاعل هو:  $k [NO_2] [O_3]$  ، وجمعت البيانات التالية لهذا التفاعل، فجد قيمتي (س)، (ص).

رقم التجربة	$[NO_2]$	$[O_3]$	سرعة التفاعل (مول/لتر . ثانية)
١	٠,٠٢٢	$١ \times ١٠^{-٥}$	$٥ \times ١٠^{-٥}$
٢	٠,٠٤٤	$١ \times ١٠^{-٥}$	س
٣	٠,٠٢٢	$٤ \times ١٠^{-٥}$	ص

سؤال 14 :

الرتبة الكلية للتفاعل الغازي التالي:

$2AB + 2C \rightarrow$  نواتج هو (3)، وقد تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول أدناه.

رقم التجربة	[C]	[AB]	سرعة التفاعل (مول/لتر . ثانية)
١	٠,٠٠٦	٠,٠٠١	٠,٠٦
٢	٠,٠٠٦	٠,٠٠٢	٠,٢٤
٣	٠,٠٠٠	٠,٠٠٣	٠,٣٦

[C] احسب في التجربة الثالثة.

سؤال 15 :

$C + 2D \rightarrow A + 3B$  في التفاعل الافتراضي التالي: 2، تم جمع البيانات العملية كما هو مبين في الجدول أدناه. اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول، أجب عن الأسئلة التي تلي الجدول، علماً بأن قيمة ثابت السرعة للتفاعل تساوي 10 لتر/مول . ث:

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A مول/لتر . ث
١	٠,١	٠,١	ص
٢	٠,٢	٠,١	٤ص
٣	٠,٢	٠,٢	٤ص

1. احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين: A , B .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.
3. احسب قيمة (ص).