تعيين رتبة التفاعل لتفاعل يشتمل على أكثر من مادة متفاعلة

مثال:

NO_2يتفاعل مع HCl في الحالة الغازية حسب المعادلة الموزونة التالية:

$$NO + H_2O + Cl_2 \rightarrow NO_2 + 2HCl$$

وقد جمعت البيانات المدونة في الجدول التالي عند درجة 25° س، والتي تمثل السرعة الابتدائية عند تراكيز مختلفة من NO_2 , HCl.

رقم التجربة	$[NO_2]$	[HCl]	السرعة الابتدائية (مول/لتر . ثانية)
١	٠,٣٠	٠,٣٠	$١,٤ \times ١٠^{-٣}$
٢	٠,٦٠	٠,٣٠	$٢,٨ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٣٠	٠,٦٠	$٢,٨ \times ١٠^{-٣}$

1. اكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل.
2. جد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة NO_2 .
3. جد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة HCl .
4. ما رتبة التفاعل الكلية؟
5. اكتب قانون سرعة التفاعل.
6. احسب قيمة الثابت k مبيناً وحدته.
7. احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[NO_2] = [HCl] = 0,1$ مول/لتر .

الحل:

1. الصيغة العامة لقانون السرعة هي:

سرعة التفاعل $= k [NO_2]^x [HCl]^y$

2. لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة NO_2 نلاحظ أن [HCl] ثابتاً في التجربتين (1 ، 2) ، وأن مضاعفة $[NO_2]$ مرتين أدى إلى مضاعفة سرعة التفاعل مرتين، أي أن التفاعل بالنسبة لـ NO_2 هو من الرتبة الأولى.

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

$$\frac{{}^{y}_{2}[HCl]\ {}^{x}_{2}[NO_2]\ k}{{}^{y}_{1}[HCl]\ {}^{x}_{1}[NO_2]\ k} = \frac{{}_{2}(\text{سرعة التفاعل})}{{}_{1}(\text{سرعة التفاعل})}$$

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

$$\frac{{}^{x}_{2}[NO_2]}{{}^{x}_{1}[NO_2]} = \frac{{}_{2}(\text{سرعة التفاعل})}{{}_{1}(\text{سرعة التفاعل})}$$

$$^{x}\left(\frac{٠,٦٠}{٠,٣٠}\right) = \frac{٢,٨ \times ١٠^{-٣}}{١,٤ \times ١٠^{-٣}}$$

$$^{x}(٢) = ٢$$

$$x = ١$$

3HCl. لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة نلاحظ أن $[NO_2]$ ثابتاً في التجربتين (1 ، 3)، وأن مضاعفة [HCl] مرتين أدى إلى مضاعفة سرعة التفاعل مرتين، أي أن التفاعل بالنسبة لـ HCl هو من الرتبة الأولى.

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

$$\frac{{}^{y}_{3}[HCl]\ {}^{x}_{3}[NO_2]\ k}{{}^{y}_{1}[HCl]\ {}^{x}_{1}[NO_2]\ k} = \frac{{}_{2}(\text{سرعة التفاعل})}{{}_{1}(\text{سرعة التفاعل})}$$

k وباختصار قيمة ثابت السرعة وتركيز NO_2 لأنهما ثابتان تصبح العلاقة:

$$\frac{{}^{y}_{3}[HCl]}{{}^{y}_{1}[HCl]} = \frac{{}_{2}(\text{سرعة التفاعل})}{{}_{1}(\text{سرعة التفاعل})}$$

$$^{y}\left(\frac{٠,٦٠}{٠,٣٠}\right) = \frac{٢,٨ \times ١٠^{-٣}}{١,٤ \times ١٠^{-٣}}$$

$$^{y}(٢) = ٢$$

$$y = ١$$

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

5. قانون السرعة للتفاعل هو:

سرعة التفاعل = $k[NO_2]^1[HCl]^1$

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

سرعة التفاعل $= k[NO_2]^1[HCl]^1$

$$k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[NO_2]^1[HCl]^1}$$

$$k = \frac{١٠ \times ١,٤^{-٣}}{(٠,٣)^١(٠,٣)^١} = ٠,٠١٥ \text{ لتر/مول . ث}$$

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

سرعة التفاعل $= k[NO_2]^1[HCl]^1$

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

سؤال 1 :

في التفاعل الافتراضي الآتي: $3B + 2A \rightarrow 2D + C$، 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
١	٠,١	٠,١	٠,١
٢	٠,٢	٠,١	٠,٤
٣	٠,٢	٠,٢	٠,٤

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

سؤال 2 :

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

رقم التجربة	[NO] مول/لتر	$[O_2]$ مول/لتر	سرعة تكوّن NO_2 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. احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين : NO ، O_2 .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل ثم احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) مع ذكر وحدته.

سؤال 3 :

في التفاعل الافتراضي الآتي: $C \rightarrow 2A + B$

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	$١,٢ \times ١٠^{-٣}$
٢	٠,٢	٠,١	$٤,٨ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٢	٠,٢	$٩,٦ \times ١٠^{-٣}$

اعتماداً على البيانات الواردة، أجب عما يأتي:

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

سؤال 4 :

اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول الآتي للتفاعل : $2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + 2D_{(g)}$

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

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

سؤال 5 :

في التفاعل الآتي: $2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$ ، تم جمع البيانات العملية كما هو مبين في الجدول أدناه، أجب عما يأتي:

رقم التجربة	$[Cl_2]$ مول/لتر	[NO] مول/لتر	سرعة تكوّن NOCl (مول/لتر . ثانية)
١	٠,١	٠,١	$٢,٥٠ \times ١٠^{-٦}$
٢	٠,٣	٠,١	$٧,٥٠ \times ١٠^{-٦}$
٣	٠,١	٠,٣	$٢,٢٥ \times ١٠^{-٥}$

1. احسب رتبة التفاعل لكل من المادتين: NO ، Cl_2 .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.
3. احسب قيمة ثابت السرعة (k) مع ذكر وحدته.

سؤال 6 :

في التفاعل الافتراضي الآتي:

$$D + E + F \rightarrow \text{نواتج}$$

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	$٤,٤ \times ١٠^{-٦}$
٢	٠,١	٠,١	٠,٤	$٨,٨ \times ١٠^{-٦}$
٣	٠,١	٠,٠٥	٠,٢	$٤,٤ \times ١٠^{-٦}$
٤	٠,٣	٠,١	٠,٢	$١,٣٢ \times ١٠^{-٥}$
٥	؟؟	٠,١	٠,١	$٨,٨ \times ١٠^{-٦}$

1. اكتب قانون سرعة التفاعل.
2. احسب تركيز المادة D في التجربة رقم (5).

سؤال 7 :

CH_3Cl يتفاعل الماء مع حسب المعادلة التالية:

$$CH_3OH + HCl \rightarrow CH_3Cl + H_2O$$

إذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف مرتين عند مضاعفة تركيز CH_3Cl مرتين، كما تتضاعف السرعة أربع مرات عند مضاعفة تركيز H_2O مرتين.

أجب عما يأتي:

1. احسب رتبة التفاعل بالنسبة لكل من المادتين CH_3Cl , H_2O .
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.
3. إذا كانت سرعة التفاعل = 1,5 مول / لتر.ثانية، عندما يكون $[H_2O]$ = 0,2 $[CH_3Cl]$ مول/لتر. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل (k).

سؤال 8 :

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

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

1. Aما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ؟
2. Bما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة ؟
3. اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل.
4. kما 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 :

$B + A \rightarrow C$ 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 × ١٠$^{-٤}$
٢	٠,٤	٠,٤	٢,٨٠ × ١٠$^{-٣}$
٣	٠,٨	٠,٤	١,١٢ × ١٠$^{-٢}$

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

سؤال 10 :

$2A + 2B \rightarrow C + D$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 :

$R + M \rightarrow G$ إذا كان قانون سرعة للتفاعل: هو: السرعة = $k [R]^2$

وكانت سرعة التفاعل $1,2 \times 10^{-3}$ مول/لتر.ث، فكم تصبح 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 NO ،Cl_2 مرتين.

1. Cl_2 ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادتين و NO ؟
2. اكتب قانون سرعة التفاعل.

سؤال 13 :

$N_2O_5 + O_2 \rightarrow 2NO_2 + O_3$ التفاعل التالي يحدث في الهواء الملوث:

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

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

سؤال 14 :

الرتبة الكلية للتفاعل الغازي التالي:

2AB + 2C → 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	٠٠٠٠	٠,٠٠٣	٠,٣٦

[C]احسب في التجربة الثالثة.

سؤال 15 :

C + 2D → 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).