أتأمَّلُ الصورة

الوحدةُ الكيمياء الحركية
Kinetic Chemistry

تتفاوت التفاعلات الكيميائية في زمن حدوثها، وتختلف سرعاتها تبعًا لذلك؛ فالصوديوم يتفاعل بسرعة كبيرة مع الماء كما يظهر في الصورة. هذه المشاهدة وغيرها؛ دفعت العلماء إلى البحث في اختلاف سرعةالتفاعلات الكيميائية، وكيفية التحكم فيها لزيادة سرعتها أو إبطائها.

فما المقصود بسرعة التفاعل الكيميائي؟

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

ولماذا تتفاوت التفاعلات في سرعة حدوثها؟ وما العوامل المؤثرة فيها؟

الفكرةُ العامّة:

تتفاوت التفاعلات الكيميائية في سرعات حدوثها، اعتمادًا على مجموعة من العوامل التي تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل أو إبطائها،حيث يمكن التحكم في سرعة التفاعل الكيميائي عن طريق ضبط تلك العوامل.

تجربة استهلالية

الموادُّ والأدواتُ: شريطُ مغنسيوم Mg ،أنبوبَي اختبار زجاجيّين، حامل أنابيب اختبار، محلولين من حمض الهيدروكلوريكHCl ، تراكيزها (M 1 , M01. 0) ، ورق صنفرة ، ساعة إيقاف.

إرشاداتُ السلامة:

أتّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
أرتدي معطف المختبر والقفازات والنظارات الواقية.
أحذر لمس حمض الهيدروكلوريك.

خُطواتُ العمل:

1- ألصق قطعة من الشريط الورقي اللاصق على كل أنبوب زجاجي، وأرقمها (1 ، 2) على الترتيب.
2- أقيس بالمخبار 10mL من حمض

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

الهيدروكلوريك، تركيزه: 1M ، وأضعها في الأنبوب رقم (1).
3- أقيس بالمخبار 10mL من حمض الهيدروكلوريك، تركيزه: 0.01M ، وأضعها في الأُنبوب رقم (2).
4- أقُصّ 10cm من شريط المغنيسيوم، ثم أنظّفهُ باستخدام ورق الصَّنفرة. وأقطعهُ إلى قطعتين متساويتين.
5- ألاحظ: أضيف قطعة من المغنيسيوم إلى كل أُنبوب في الوقت نفسه، وأستخدم ساعة الإيقاف؛ لتحديد زمن بدء التفاعل، وزمن وانتهائه في كل أنبوب، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.
6- أنظّم ملاحظاتي في جدول البيانات الآتي:

	الأنبوب1	الأنبوب2
زمن بدء التفاعل		
زمن انتهاء التفاعل		

التحليلُ والاستنتاج:

1- أستنتج: كيف أستدلّ على حدوث التفاعل الكيميائي؟

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

الإجابة: تصاعد غاز أثناء حدوث التفاعل.

2- أحدد أيًّا من الأنبوبين كانت سرعة التفاعل فيه أكبر.

الإجابة: الأنبوب رقم 1(الذي فيه تركيز الحمض 1M)

3- أصف: في أي الأنبوبين كانت كمية غاز الهيدروجين المتصاعدة أكبر ما يمكن؟

الإجابة:الأنبوب رقم 1

4- أكتب معادلة كيميائية موزونة تصف التفاعل الحاصل.

الإجابة:

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2$$

الدرس الأول: سرعة التفاعلات الكيميائية.

الفكرة الرئيسة: تقاس سرعة التفاعل الكيميائي من التجربة العملية؛بتغير كميات المواد المتفاعلة أو الناتجة بمرور الزمن، ويمكن حساب سرعة استهلاك مادة متفاعلة أو سرعة تكوّن مادة ناتجة خلال مدةزمنية محددة، وكذلك يمكن حساب السرعة المتوسطة والابتدائية واللحظية من الرسم البياني.

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أوضح مفهوم سرعة التفاعل الكيميائي وأعطي أمثلة عليه.
- أحسب سرعة التفاعل لمادة متفاعلة أو ناتجة بمعرفة تغير التركيز مع الزمن.
- أحسب سرعة التفاعل المتوسطة والسرعة الإبتدائية واللحظية من الرسم البياني.

المفاهيمُ والمصطلحات:

سرعة التفاعل Rate of Reaction
السرعة الابتدائية Initial Rate
السرعة المتوسطة Mean Rate
السرعة اللحظية Instantaneous Rate
سرعة التفاعُلات الكيميائية

مفهوم سرعة التفاعُل Concept of Reaction Rate

يهتم فرع الكيمياء الحركية بدراسة التغير في سرعة التفاعلات الكيميائية والعوامل المؤثرة فيها.وتوصف التفاعلات الكيميائية بأنها سريعة أو بطيئة؛تبعًا لخصائص المواد المتفاعلة وظروف التفاعل. إلا أنّ التعبيرين الوصفيين سريع وبطيء غير دقيقين في وصف السرعة؛ إذ يجب التعبير عنها بوصف أكثر دقّة. ويمكن وصف

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

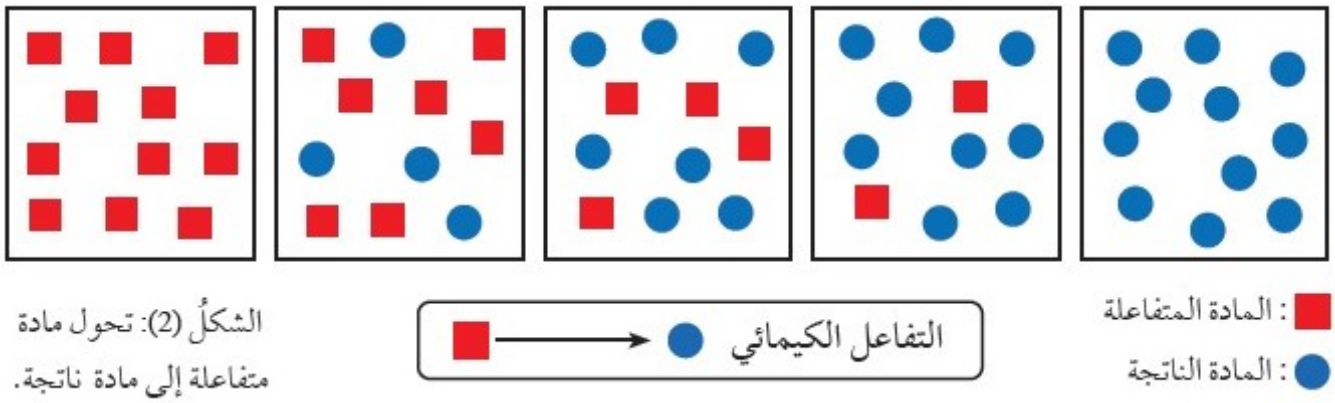
الأشياء المتحركة عن طريق سرعتها، فمثلً: عند النظر إلى مؤشر عداد السرعة في السيارة، إذا كان يشير إلى 80km/h ؛ فإن هذه السرعة تسمى السرعة اللحظية، ويمكن حساب سرعة جسم متحرك بقسمة المسافة التي يقطعها على الزمن الذي استغرقه في قطع تلك المسافة، وتسمّى هذه بالسرعة المتوسطة.
تتفاوت التفاعلات الكيميائية في سرعات حدوثها من تفاعل لآخر، وكذلك في التفاعل نفسه أثناء حدوثه، تبعًا لعوامل منها التركيز ودرجة الحرارة ومساحة السطح المعرض للتفاعل؛ فبعض التفاعلات تحدث بسرعة كبيرة خلال مدة زمنية قصيرة مثل تفاعلات الاحتراق وتفاعلات محاليل الحموض والقواعد كما يظهر في الشكل (1)، في حين تحتاج بعض التفاعلات زمنًا أطول لحدوثها مثل صدأ الحديد. وقد يحتاج بعضها ملايين السنين، مثل تكون الفحم الحجري والنفط. فكيف يعبّر عن سرعة التفاعل؟ وكيف يمكن قياسها؟

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

الشكلُ (1): احتراق الخشب.

تتغير كميات المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية بمرورالزمن، ويوضح الشكل (2) تحوّل مادة متفاعلة إلى مادة ناتجة بمرور الزمن.



الشكلُ (2): تحول مادة متفاعلة إلى مادة ناتجة.

ألاحظ أن كمية المادة الناتجة تزداد؛ بينما تقلّ كمية المادة المتفاعلة، ويعبّر عن كمية المادة المتفاعلة أو الناتجة بدلالة التغيّر في الكتلة أو الحجم أوالتركيز المولاري؛ وذلك لمعرفة سرعة التفاعل. فمثلاً؛ عندما يتفاعل فلزّ الخارصينZn

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$2HCl(aq) + ZnS(s) \rightarrow H_2S(g) + ZnCl_2(aq)$$

فإنّه يمكن حساب سرعة التفاعل الكيميائي مثلاً: بدلالة التغير في كتلة الخارصين المستهلكة، أو بدلالة التغير في حجم غاز الهيدروجين الناتج.

ولكن غالبًا ما يجري حساب سرعة التفاعل بدلالة التغير في التركيز المولاري لمادة متفاعلة أو مادة ناتجة.

وبذلك يمكن تعريف **سرعة التفاعل الكيميائي** Rate of Chemical Reaction (R)

بأنها التغيّر في كمية مادة متفاعلة أو مادة ناتجة خلال مدة زمنية محددة، ويعبّر عنها بالمعادلة الرياضية الآتية:

$$\text{السرعة الكيميائية} = \frac{\text{التغير في كمية مادة أو متفاعلة مادة ناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$$

$$R = \frac{\Delta(\text{ناتج مادة أو متفاعل مادة})}{\Delta t}$$

حيث يشير الرمز Δ إلى التغير.

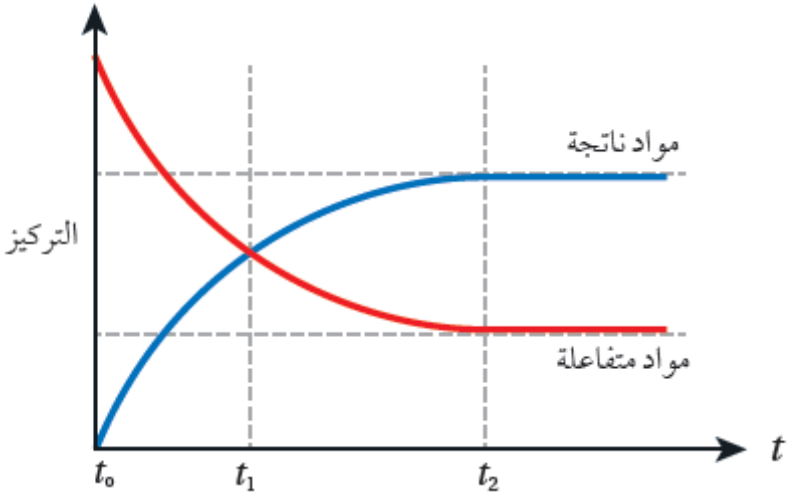
حساب سرعة التفاعل Calculating Reaction Rate

تحسب سرعة التفاعل الكيميائي من التجربة

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

العملية بدلالة نقصان تركيز إحدى المواد المتفاعلة، أو زيادة تركيز إحدى المواد الناتجة خلال مدة زمنية محددة.ولتوضيح ذلك؛ أنظر إلى الشكل (3)، حيث يوضح نقصان تركيز مادة متفاعلة وزيادة تركيز مادة ناتجة بمرور الزمن.



الشكلُ (3): تغير تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال مدة زمنية.

فمثلا في التفاعل الكيميائي العام الآتي:

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

تمثل الرموز a, b, c, d عدد مولات (معاملات) المواد المتفاعلة والناتجة في المعادلة الموزونة، حيث يمكن حساب سرعة التفاعل بمعرفة سرعة استهلاك (اختفاء) إحدى المواد المتفاعلة مثل A أو B، فمثلاً؛ يعبّر عن سرعة استهلاك A كما يأتي:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$$R = -\frac{\Delta [\text{مادة متفاعلة}]}{\Delta t}$$

$$R = -\frac{\Delta [A]}{\Delta t}$$

أي أنّ:

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

$[A]_2$ تركيز المادة المتفاعلة A عند الزمن

$[A]_1$ تركيز المادة المتفاعلة عند الزمن

وحيث أن المادة المتفاعلة تستهلك بمرور الزمن؛ فإن مقدار تركيزها $[A]_2$ أقل من تركيزها $[A]_1$، مما يجعل ناتج العملية الحسابية قيمة سالبة، وبما أن سرعة التفاعل لا تكون سالبة، لذا؛ تكتب الإشارة السالبة في القانون حتى يكون ناتج سرعة التفاعل

قيمة موجبة. ويعبّر عن وحدة سرعة التفاعل (

M/s) أو ($M.s^{-1}$) أو (mol/L.s)

كذلك يمكن حساب سرعة تكوين (إنتاج) مادة ناتجة مثل C أو D، فمثلاً يعبّر عن سرعة تكوين المادة C كما يأتي:

$$R = \frac{\Delta [\text{مادة ناتجة}]}{\Delta t}$$

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$$R = \frac{\Delta [C]}{t\Delta}$$

$$R = \frac{\left(1[C] - 2[C] \right)}{1t - 2t}$$

تكون Δ[C] قيمة موجبةً؛ لأن تركيز المادة الناتجة يزداد بمرور الزمن، فيكون تركيزها $_1$[C] أكبر من تركيزها$_2$[C].

. عند مقارنة سرعة استهلاك المادة A مع سرعة تكوين المادة C فإنه يمكن إيجاد علاقة بين سرعة استهلاك A وسرعة تكوين C اعتمادًا على معاملاتهما في المعادلة الموزونة كما يأتي:

$$\frac{\text{سرعة استهلاك } A}{\text{عدد مولات } A} = \frac{\text{سرعة تكوين } C}{\text{عدد مولات } C}$$

فمثلا يتضح من المعادلة $A \rightarrow 3C$ أن إنتاج 3 mol من المادة C يتطلب استهلاك 1mol من المادة A لذا؛ تكون سرعة تكوين المادة C ثلاثة أضعاف سرعة استهلاك المادة A ويعبر عن سرعة التفاعل كما يلي:

$$\text{سرعة استهلاك المادة } A = \frac{\text{سرعة تكوين المادة } C}{3}$$

أي أن:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$$\frac{[C]\Delta}{t\Delta}\frac{1}{3} = \frac{[A]\Delta}{t\Delta}-$$

وبهذا يمكن التعبير عن سرعة التفاعل بدلالةالتغير في تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في مدة زمنية محددة، أي بدلالة سرعة استهلاك المواد المتفاعلة وسرعة تكوين المواد الناتجة، اعتمادًا على المعادلة الموزونة كما يأتي:

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

$$\frac{D]\Delta}{t\Delta}\frac{1}{d} = \frac{[C]\Delta}{t\Delta}\frac{1}{c} = \frac{[B]\Delta}{t\Delta}\frac{1}{b}- = \frac{[A]\Delta}{t\Delta}\frac{1}{a}- = R$$

الرّبط بالفيزياء: استخدم العالم الكيميائي أحمد زويل طريقة يمكن وصفها بأنها أسرع كاميرا حتى الآن. تُنفّذ باستخدام ومضات ليزرية، حيث يكون الزمن بين الومضات منخفضًا جدًا، حيث يمكن الوصول إلى مستويات زمنية صغيرة تصل إلى 10-15 من الثانية؛ سميت فيمتو ثانية، حيث مكنته من قياس سرعة بعض التفاعلات الكيميائية.

المثال 1

أعبّر عن سرعة التفاعل للمواد المتفاعلة وسرعة تكوين المواد الناتجة بدلالة تغير تركيز كل منها

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

في مدة زمنية محددة:وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$(4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 6H_2O_{(g)} + 4NO_{(g}$$

الحلّ:

$$R = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[HN_3]}{t\Delta} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[O_2]}{t\Delta} = \frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{t\Delta}$$

المثال 2

يتفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين مع غاز الفلور لتكوين غاز فلوريد النتريل وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$(2NO_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2NO_2F_{(g}$$

أعبّر عن العلاقة بين سرعة تكوين NO_2F وسرعة استهلاك F_2

الحلّ:

أكتب سرعة استهلاك F_2

$$R = -\frac{\Delta[F_2]}{t\Delta}$$

أكتب سرعة تكوين NO_2F

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$$R = -\frac{\Delta [F2NO]}{t\Delta}$$

أكتب العلاقة بين سرعة تكوين NO_2F و سرعة استهلاك F_2

$$\frac{1}{2}\frac{\Delta [F2ON]}{t\Delta} = -\frac{\Delta [2F]}{t\Delta}$$

أي أن سرعة استهلاكF_2تساوي نصف سرعة تكوينNO_2F

أو سرعة تكوينNO_2F ضعف سرعة استهلاك F_2.

المثال 3

يتحلل غاز هيدريد الفسفورPH_3وفق معادلة التفاعل الآتية:

$$4PH_{3(g)} \rightarrow P_{4(g)} + 6H_{2(g)}$$

أحسب سرعة تكوين غاز الفسفور علمًا أن سرعة تكوين غاز الهيدروجين تساوي

$0.06\ M/s$

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

المعطيات: $\frac{\Delta [2H]}{\Delta t} = 60.0\ M/s$

المطلوب: حساب سرعة تكوين غاز الفسفور P_4

الحلّ:

أكتب العلاقة بين سرعة تكوين الفسفور P_4 وسرعة تكوين H_2

$$\frac{\frac{\Delta [2H]}{\Delta t}}{6} = \frac{\Delta [4P]}{\Delta t}$$

أعوّض القيم: $\frac{1}{6} \times 60.0 = 10.0\ M/s$

أتحقَّق: يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز N_2 وفق ظروف معينة لإنتاج الأمونيا NH_3 ويعبّر عن ذلك بالمعادلة:

$$(3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g}$$

أحسب سرعة استهلاك غاز الهيدروجين علمًا أن سرعة إنتاج الأمونيا $16.0\ M/s$

الحل:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

24. 0 تساوي الهيدروجين غاز استهلاك سرعة أن أي - $\frac{\Delta [2H]}{t\Delta} = \frac{3}{2} \times 16.0 = 24.0$ M/s

حساب سرعة التفاعل من الرسم البياني
Calculating rate of reaction from a graph

سرعة التفاعل المتوسطة Mean Rate

يمكن حساب سرعة التفاعل عن طريق رسم بياني يسمى منحنى السرعة،حيث يبين التغيّر في كمية مادة متفاعلة أو مادة ناتجة خلال مدة زمنية معيّنة.

فمثلا؛ يتفاعل المغنيسيوم Mg مع حمض الهيدروكلوريك HCl ، وينتج عن التفاعل غاز الهيدروجين، كما هو موضّح في معادلة التفاعل الآتية:

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

تكون سرعة التفاعل أقصى ما يمكن لحظة بدايته، ثم تقلّ كلما استُهلكت المواد المتفاعلة أكثر فأكثر، وبمرور الزمن تزداد كمية غاز الهيدروجين الناتج، ويمكن حساب السرعة المتوسطة (Mean Rate (S ، وهي التغير الكلّي لكمية المادة المتفاعلة أو الناتجة على الزمن المستغرق في ذلك. فمثلًا؛ في تفاعل المغنيسيوم Mg مع حمض الهيدروكلوريك HCl

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

، آقسم التغير الكلي في حجم غاز الهيدروجين H_2 الناتج على الزمن المستغرق في ذلك. ويبين الشكل (4) أن الحجم النهائي للغاز الناتج

يساوي $120\ cm^3$ بعد مضي 50 ثانية من الزمن، وبذلك أحسب السرعة المتوسطة (S) للتفاعل كما يأتي:

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

ΔV التغير في حجم الغاز الناتج

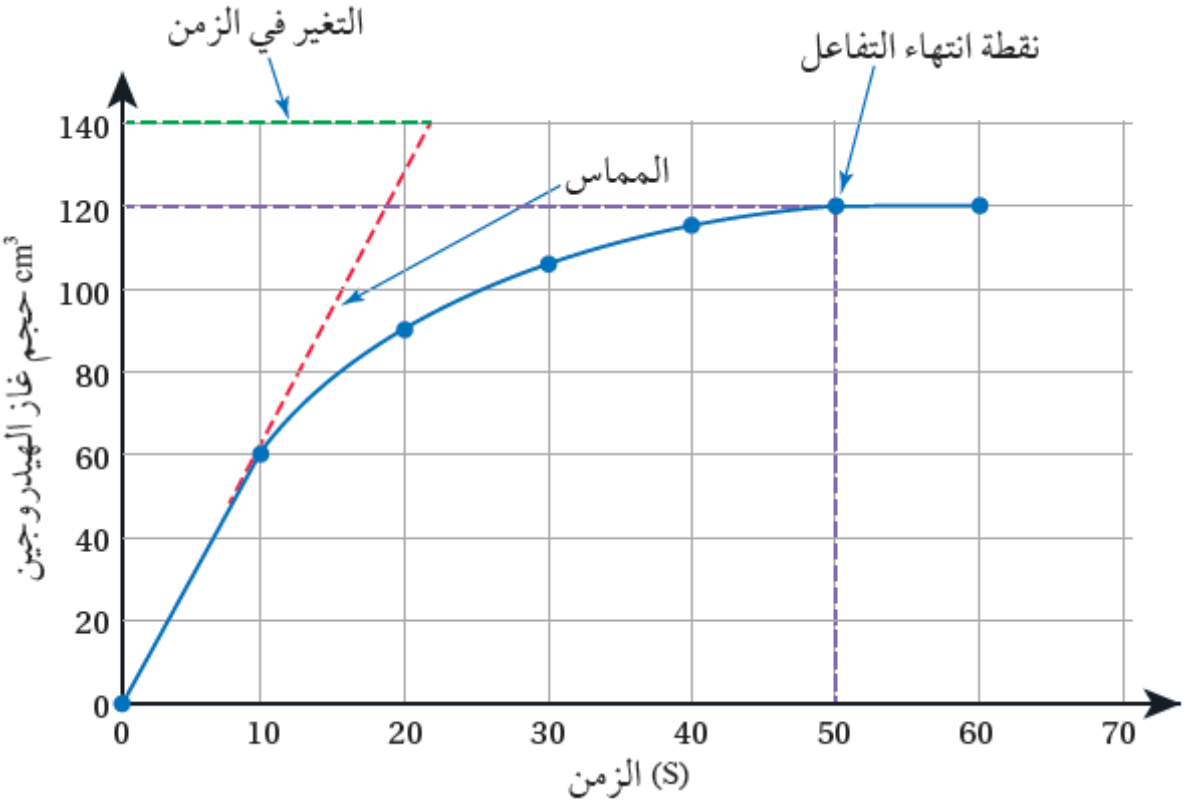
Δt التغير في الزمن

$$S = \frac{120 - 0}{50 - 0} = 2.4\ cm^3/s$$

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

الشكل
الهيد



سرعة التفاعل الإبتدائية Initial Rate

يمكن استخدام منحنى السرعة الموضح في الشكل رقم (4) لحساب سرعة التفاعل الابتدائية Initial Rate ؛ وهي سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة عند الزمن صفر. حيث تكون تراكيز المواد المتفاعلة أكبر ما يمكن، وتساوي هذه السرعة ميل المماس (G) عند النقطة التي تمثل كمية المادة المتفاعلة أو الناتجة عند الزمن صفر حيث:

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

ΔY التغيّر في حجم الغاز الناتج،

ΔX تغير الزمن.

وبالرجوع إلى المنحنى في الشكل (4) فإن:

$$G = \frac{0 - 140}{0 - 22} = 6.3 \; cm^3/s$$

المثال 4

يمثل الشكل الآتي منحنى سرعة التفاعل لتغير تركيز مادةمتفاعلة A مقابل الزمن:

1- أحسب السرعة المتوسطة S للتفاعل.

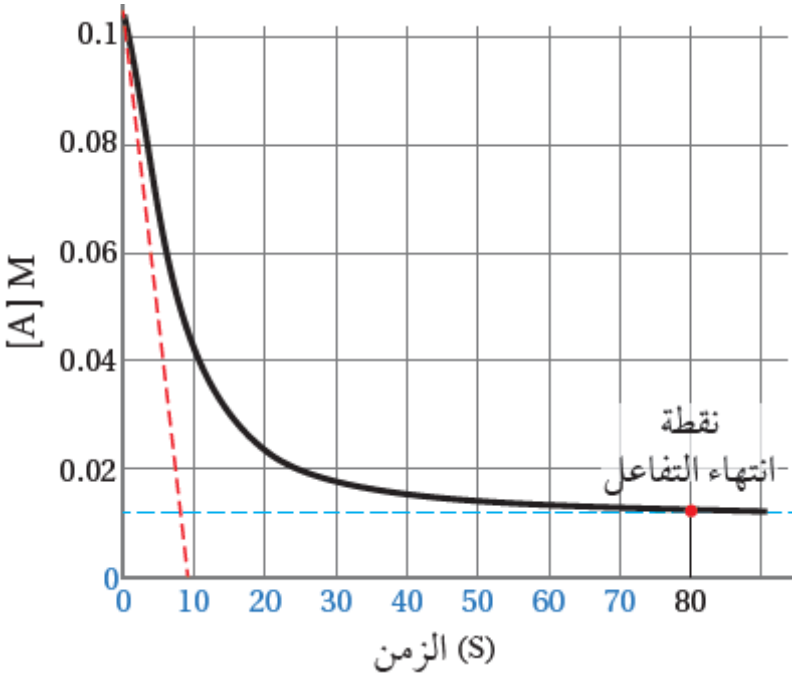
2- أحسب السرعة الإبتدائية للتفاعل.

الحل:

1 - أحسب السرعة المتوسطة للتفاعل بقسمة التغير الكُلّي في تركيز المادة A على الزمن المستغرق لإنتهاء التفاعل، كما يأتي:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com



$$\frac{\Delta A}{\Delta t} - S = \quad s/M\ 001.0 = \frac{1.0-012.0}{0-80} - =$$

2- أحسب السرعة الإبتدائية للتفاعل من ميل المماس G للنقطة التي تمثل التركيز عند الزمن صفر، كما يأتي:

$$G = \frac{0-1.0}{0-10} = s/M01.\ 0$$

أتحقَّق: أوضح المقصود بالسرعة المتوسطة للتفاعل.

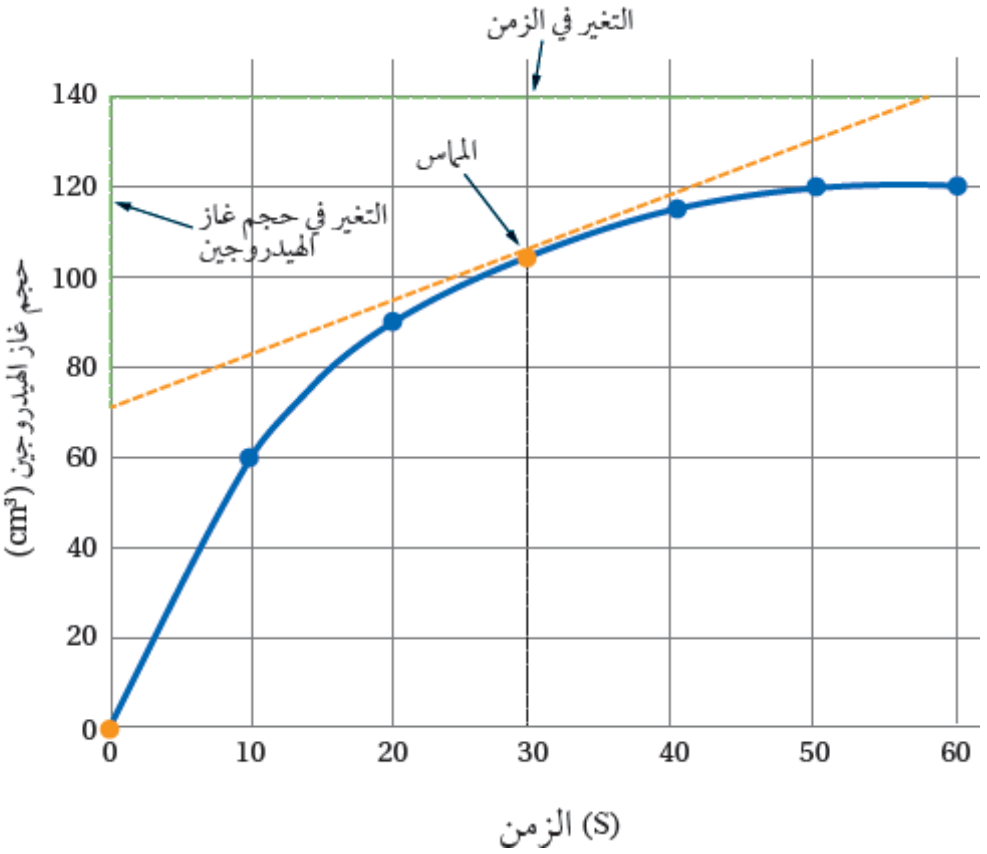
الحل:التغير الكلّي لكمية المادة المتفاعلة أو الناتجة على الزمن المستغرق في ذلك.

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

سرعة التفاعل اللحظية Instantaneous Rate

أما سرعة التفاعل عند أي لحظة زمنية معينة؛ فتسمّى السرعة اللحظية Instantaneous Rate ، وتحسب عن طريق رسم منحنى يمثل التغير في كمية مادة متفاعلة أو ناتجة مقابل الزمن، ثم أرسم مماسًا للمنحنى عند النقطة المقابلة للزمن عند تلك اللحظة، وأحسب الميل عندها، حيث يمثل السرعة اللحظية. فمثلاً؛لحساب سرعة التفاعل عند زمن 30s ، أرسم مماسًا للمنحنى عند النقطة المقابلة للزمن 30s كما هو موضّح في الشكل (5).



الشكلُ (5): مما
السرعة اللـ

أفكر: لماذا تكون
عند الزمن 30s أقـ
الإبتدائية؟

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

ثم أحسب ميل المماس كما يأتي:

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{70-140}{58} = -1.207\ m/s$$

المثال 5

بالرجوع إلى الشكل (5)؛ أوضح كيف أحسب السرعة اللحظية عند زمن 10s ؟

الحلّ:

أرسم مماسًا للمنحنى عند النقطة المقابلة للزمن 10s ؛ ثم أحدد ميل المماس وأحسبه باستخدام العلاقة التي تمثل السرعة اللحظية:

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

ويمكن حساب سرعة التفاعل بتغير تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة في فترات زمنية محددة، فمثلاً؛ عند تحلل غاز خامس أكسيد ثنائي النتيروجين N_2O_5 لإنتاج غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وغاز الأكسجين O_2 ، وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

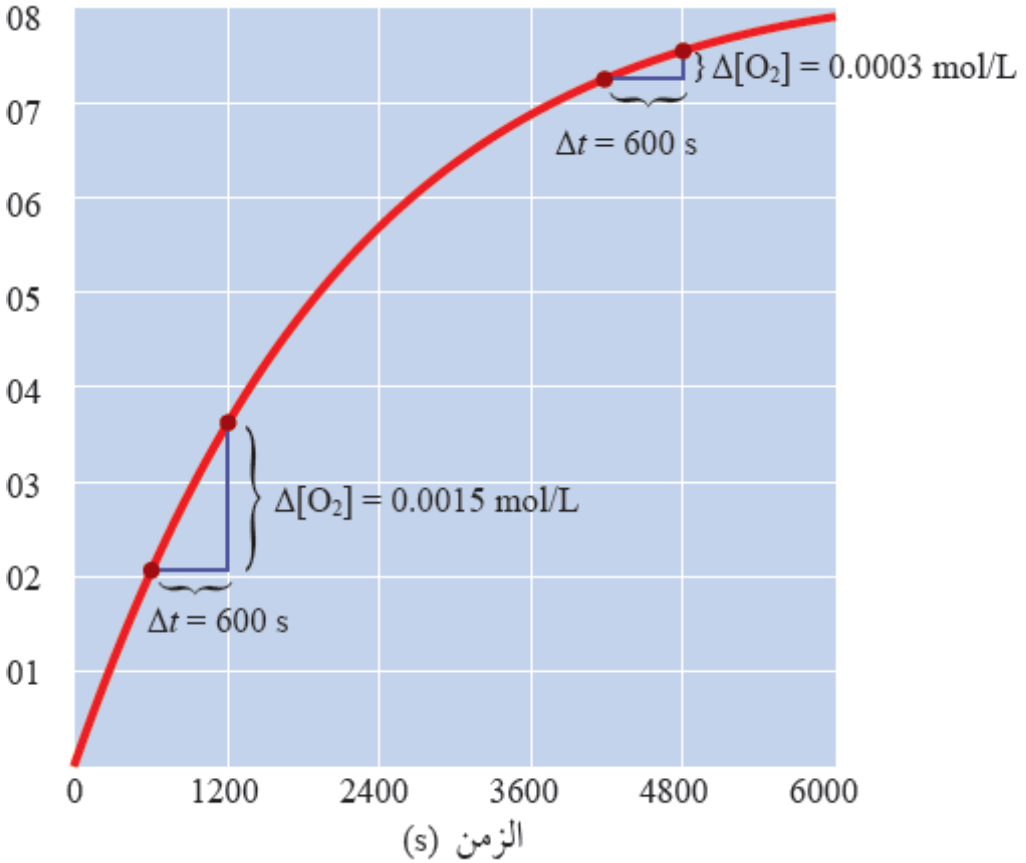
فإنه يمكن حساب سرعة إنتاج غاز الأكسجين O_2

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

خلال فترات زمنية، كما هو موضح في الشكل (6) المستند على البيانات الآتية:

0	1200	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
.1	3.6	5.7	6.4	6.8	7.2	7.5	7.7	7.8



الشكلُ (6): حساب سرعة التفاعل خلال فترة زمنية محددة.

فإذا أردت حساب سرعة التفاعل خلال المدة الزمنية 600 - 1200s ؛ فيمكنني ذلك عن طريق معرفة التغيُّر في تركيز غاز الأكسجين في هذه المدة كما يأتي:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$$R = \frac{\Delta [O_2]}{\Delta t}$$

$$R = \frac{0.0036 - 0.0021}{1200 - 600} = \frac{0.0015}{600} = 2.5 \times 10^{-6}\ M/s$$

وكذلك أستطيع حساب السرعة في المدة الزمنية من 4200 - 4800 s

$$R = \frac{0.0003}{600} = 5 \times 10^{-7}\ M/s$$

أتحقَّق: أحسب سرعة التفاعل خلال المدة 3000 - 4800s

الحل: $R = \frac{5.7 \times 10^{-3} - 4.6 \times 10^{-3}}{4800 - 3000} = 1.6 \times 10^{-7}\ M/s$

المثال 6

يبيّن الجدول الآتي تركيز المادة E مقابل الزمن.

1- أتوقع: هل المادة E متفاعلة أم ناتجة؟ أفسر ذلك.

2- أحسب سرعة التفاعل.

الزمن s	[E] M
5	0.006
9	0.002

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

تحليل السؤال: المعطيات

[E] = 0.006 M at 5s

[E] = 0.002 M at 9s

المطلوب: أتوقع المادة متفاعلة أم ناتجة، ثم أحسب سرعة التفاعل.

الحلّ:

1- ألاحظ من الجدول أن تركيز المادة[E] قل من 0.006 إلى 0.002 ، عندما ازداد الزمن من 5s إلى 9s؛ أي أن التركيز يقل بمرور الزمن، وهذا يشير إلى أنها مادة متفاعلة.

2- أطبّق العلاقة:

$$R = -\frac{E2-E1}{t2-t1}$$

$$= -\frac{(0.002-0.0060)}{9-5} = 0.001 M/s$$

المثال7

أحسب سرعة استهلاك CO في المعادلة

$$(g)NO + (g)2CO \rightarrow (g)ON + gCO$$

علمًا أن تركيز CO في بداية التفاعل $8.1 \times 10^{-3} M$ ثم أصبح تركيزه

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

$M\ 3\text{-}10 \times 8.1$ بعد زمن $s20$

المعطيات:

$$M\ 103\text{-}$$

$$2CO = M\ 103\text{-} \times 2.1 \qquad CO1 = \times 8.1$$

$$\Delta t = 20\ s$$

المطلوب: أحسب سرعة استهلاك CO

الحل:

$$R= -\frac{\Delta CO}{\Delta t} \qquad CO2\ t1 - t2 = CO1 - 10 - 20 = -3-\times 2.10-$$

$$103- \times 8.1 - = 3 \times 105- M / s$$

المثال 8

يتفكّك غاز $O4N2$ بالحرارة مكونًا غاز $NO2$ وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$O(g)4N2 \rightarrow NO(g)22$$

سجلت بيانات تغيّر تراكيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة خلال مدة زمنية كما يأتي:

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

الزمن s	0	10	20
M O4N2	0.1	0.02	0.01
M NO2	0.00	0.16	0.18

1- أحسب سرعة استهلاك N_2O_4 في المدة الزمنية 10-20s

2- أحسب سرعة تكوّن NO_2 في المدة الزمنية 10-20s

المعطيات: الفرع رقم(1) 2

O4N21 =0.0

s 10= t 1 0.0= O4N22

المطلوب: أحسب سرعة استهلاك N_2O_4

الحلّ: سرعة استهلاك N_2O_4

O4N21- O4N22t1 -

t2 - = O4N2Δ tΔ -

s/M 1 00.0 = 020.0- 01.010-

=-20

المعطيات: الفرع رقم(2)

18.0= NO2 16.0= NO21

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API Printed with Pdfcrowd.com

2 s10 = tΔ

أحسب سرعة استهلاك NO_2

الحل: أكرر الخطوات كما في الفرع رقم(1)

NO2Δ tΔ=R s/M 2 00.0 = 16.0-18 .010-

20 = R

أتحقَّق: يتفاعل غاز الهيدروجينH2 مع غاز النيتروجين N2لإنتاج غاز الأمونياNH3

وفق المعادلة

الآتية: NHg3 2⟶ Ng2 + Hg2

أحسب سرعة تكون الأمونيا NH3 علمًا أن تركيز الأمونيا في بداية التفاعل 0.2 ثم أصبح

تركيزها 0.6 بعد زمن 15s

الحل:

s/M 03.0 = 2.0-6.015=R

التجربةُ 1

التغير في تركيز مادة متفاعلة A ومادة ناتجة B في وحدة الزمن

المواد والأدوات:

جدول البيانات الآتي (عند درجة حرارة معينة):

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API Printed with Pdfcrowd.com

M A	14.0	10.0	7.0	4.8	3.1	1.9
M B	0.0	3.8	5.7	7.5	8.4	9.0
s) t)	0	5	10	15	20	25

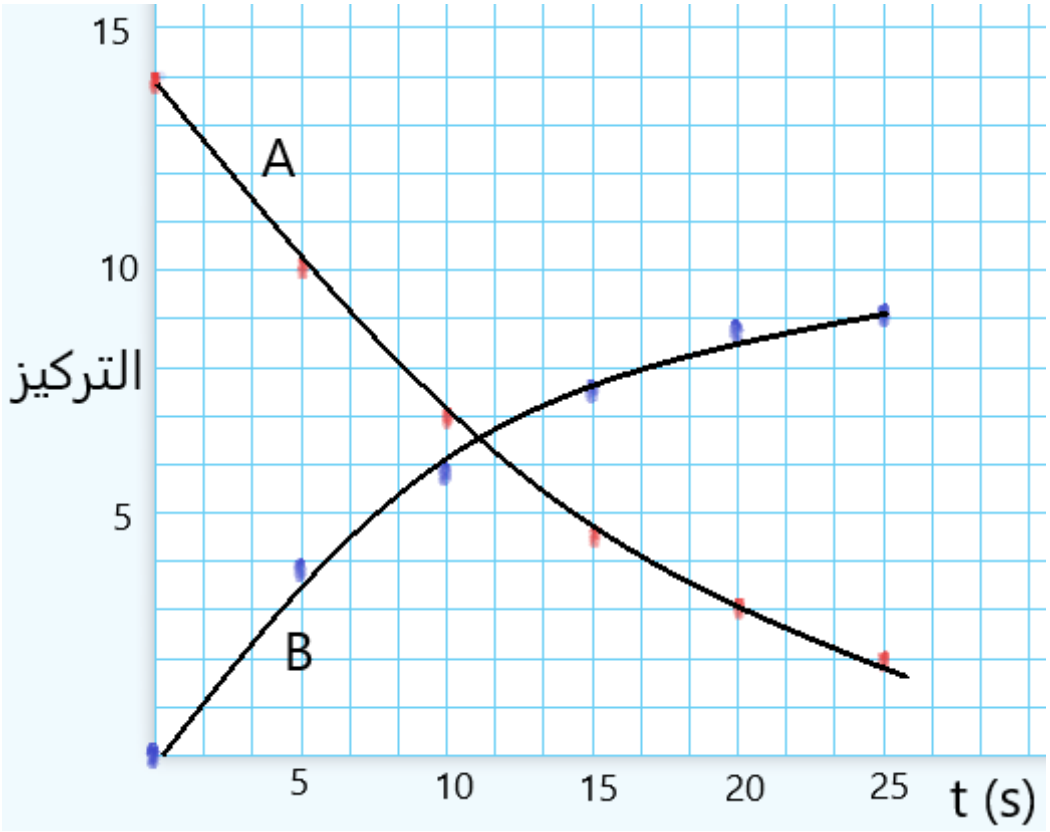
إرشاداتُ السلامة:

أتّبع إرشادات السلامة العامة.

خطوات العمل:

أطبّق: أستخدم معلومات الجدول وأرسم شكلً بيانيًا يمثل تغيّر تركيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة في المدد الزمنية المبيّنة في الجدول.

الرسم التقريبي:



Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج تغير تركيز المادة المتفاعلة خلال التفاعل الكيميائي؟

الإجابة: يقل تركيز المادة المتفاعلة.

2. أستنتج تغير تركيز المادة الناتجة خلال التفاعل الكيميائي ؟

الإجابة: يزداد تركيز المادة المتفاعلة.

3. أحسب سرعة التفاعل بدلالة تغير تركيز المادة المتفاعلة خلال المدة الزمنية من 5s إلى 15s .

الإجابة:

$$R=-\frac{0.10-8.45}{15}=\frac{2.510}{5}=52.0\ M/s$$

mastercard VISA

من نحن الدورات الشروط و الأحكام الدعم

Loading [MathJax]/jax/output/HTML-CSS/jax.js

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API Printed with Pdfcrowd.com