

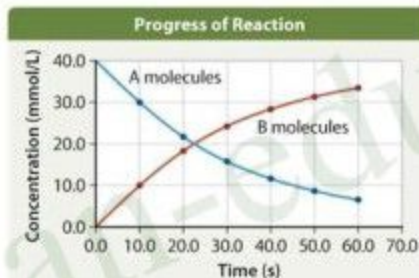


محاضرات مادة الكيمياء للصف الثاني عشر (الفصل الدراسي الأول)

للعام الدراسي ٢٠٢٠ - ٢٠٢١ م

المحاضرة : التاسعة

سرعة التفاعل الكيميائي



A reaction with a fast rate



A reaction with a slow rate



إعداد / أ. أيوب العويس



98555079



WhatsApp

Mr Ayuob Al Owaisi
Follow me on insta:
mr_ayuob4chem

سرعة التفاعل الكيميائي

تعرف السرعة بشكل عام بأنها : مقياس التغير في كمية معينة خلال وحدة الزمن .
وينطبق ذلك على التفاعل الكيميائي ، حيث تعد سرعة التفاعل الكيميائي مقياسا لمقدار التغير في كميات المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن .

وبسبب اختلاف المواد الكيميائية الداخلة في التفاعل الكيميائي أو الناتجة عنه ، في نوعها وطبيعتها فإنه يمكن قياس معدل سرعة التفاعل الكيميائي باستخدام التغير في تركيز هذه المواد أو عدد مولاتها أو ضغطها أو حجمها أو كتلتها خلال وحدة الزمن ، وبالتالي يمكن التعبير عن معدل السرعة

بالوحدات الآتية : $[g/s , cm^3/s , atm/s , mol/s , mol/L.s]$

وغالبا ما تقاس سرعة التفاعلات الكيميائية بالتغير في التركيز خلال وحدة الزمن ، ومنها يمكن تعريف سرعة التفاعل الكيميائي بأنها :

" مقدار التغير في تركيز أحد المواد المتفاعلة أو أحد المواد الناتجة خلال وحدة الزمن "

سرعة التفاعل = $\frac{\text{التغير في تركيز أحد النواتج}}{\text{التغير في الزمن}}$ أو $\frac{\text{التغير في تركيز أحد المتفاعلات}}{\text{التغير في الزمن}}$ = **مول/لتر. ثانية**

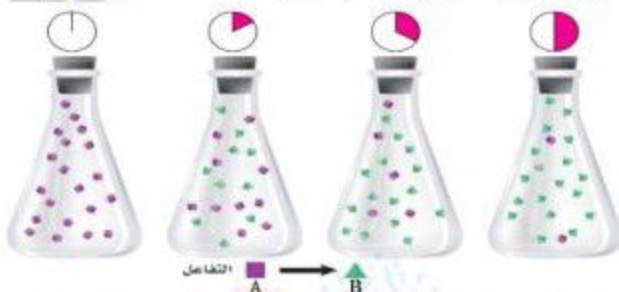
$$\text{Reaction Rate (R)} = \frac{\Delta [\text{Product}]}{\Delta t} \quad \text{Or} \quad \frac{-\Delta [\text{Reactant}]}{\Delta t} = \text{mol/L.s (M/s)}$$

حيث أن العلامة [] تعني التركيز ، وتم وضع الإشارة السالبة (-) أمام التغير في تركيز المواد المتفاعلة للدلالة على أن تركيزها يتناقص بمرور الزمن .



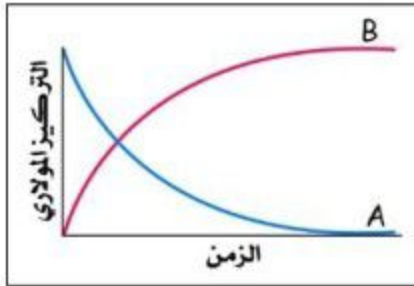
فمثلا في التفاعل الافتراضي الآتي :

عند البدء في إجراء التفاعل يكون تركيز المادة المتفاعلة (A) أكبر ما يمكن ، بينما تركيز المادة (B) يساوي صفر (لعدم وجود كمية منها قبل التفاعل) ، وبمرور الزمن تبدأ المادة الناتجة (B) بالتكون ويزيد تركيزها ، وفي المقابل يقل تركيز المادة المتفاعلة (A) لأنها تستهلك في أثناء التفاعل .

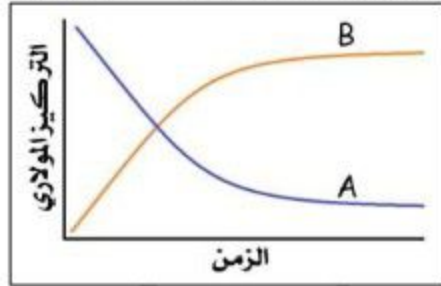


تتحول المواد المتفاعلة إلى نواتج ومع مرور الزمن يتناقص عدد الجزيئات المتفاعلة ويزداد عدد الجزيئات الناتجة

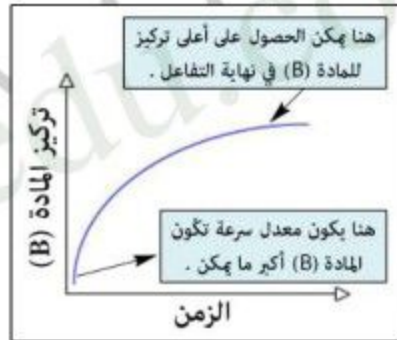
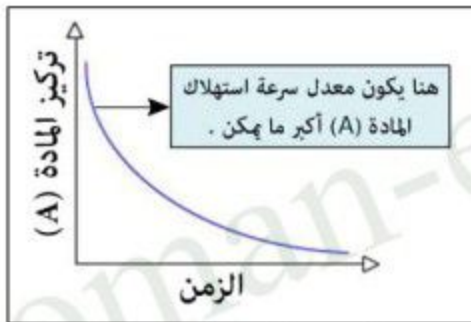
ويمكن تتبع التفاعل الافتراضي السابق برصد التغير في تركيز المادة المتفاعلة (A) والمادة الناتجة (B) بمرور الزمن كما توضحه الأشكال البيانية التالية :



أو



حيث يكون معدل سرعة التفاعل أكبر ما يمكن في البداية ، ثم يتباطأ نتيجة لاستهلاك المواد المتفاعلة إلى أن يتوقف التفاعل . لذلك يكون معدل سرعة تكون المادة (B) ومعدل سرعة استهلاك المادة (A) أكبر ما يمكن في أول فترة زمنية ثم ينخفض معدل السرعة بمرور الزمن كما توضحه الأشكال البيانية التالية :



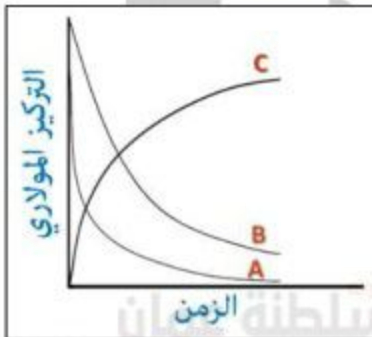
وإذا كان لدينا التفاعل الافتراضي الآتي : $A + 2B \longrightarrow C$

فإنه يمكن تمثيل التغير في تركيز مواد التفاعل بالرسم البياني المقابل ، حيث أن التركيز المولاري يتناسب طردياً مع عدد المولات حسب العلاقة الآتية :

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow M \propto n$$

وبالتالي نستنتج أن تركيز المادة (B) قبل التفاعل ضعف تركيز المادة (A) .

وتجدر الإشارة إلى أنه عند نفس الفترة الزمنية يكون معدل سرعة استهلاك المادة (B) ضعف معدل سرعة استهلاك المادة (A) .

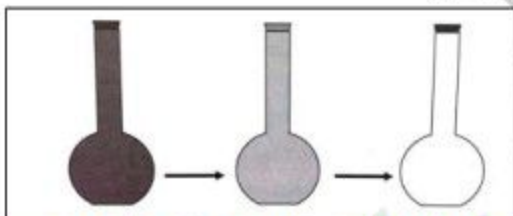


وعمليا يمكن قياس سرعة التفاعل بحساب معدل سرعة تكون إحدى المواد الناتجة من التفاعل أو معدل سرعة استهلاك إحدى المواد الداخلة في التفاعل ، لذلك فإننا نختار المادة التي يسهل علينا تتبع التغير في تركيزها على فترات زمنية محددة لتحديد سرعة التفاعل .

فمثلا يتفاعل غاز أول أكسيد الكربون (CO) مع غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) ليكونا غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وغاز أول أكسيد النيتروجين (NO) حسب المعادلة التالية :



حيث نلاحظ خفوت اللون البني المحمر للمميز لغاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) لأن تركيزه ينخفض تدريجيا في أثناء التفاعل .



خفوت لون غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) بمرور الزمن

وحيث أن النسبة المولية بين جميع الغازات الداخلة في التفاعل والناتجة عنه هي (1:1) فإنه يمكن التوصل إلى الآتي :

سند نفس الفترة الزمنية فإن اختفاء مول واحد من غاز (CO) يصاحبه اختفاء مول واحد من غاز (NO_2) ويقابل ذلك ظهور مول واحد من غاز (CO_2) ومول واحد من غاز (NO) .

وبما أن عدد المولات تتناسب طرديا مع عدد الجزيئات فإنه يمكن صياغة العبارة السابقة كالتالي :

سند نفس الفترة الزمنية فإن اختفاء جزيء واحد من غاز (CO) يصاحبه اختفاء جزيء واحد من غاز (NO_2) ويقابل ذلك ظهور جزيء واحد من غاز (CO_2) وجزيء واحد من غاز (NO) .

مما سبق يمكن التعبير عن سرعة التفاعل السابق بالعلاقات الرياضية التالية:

$$\frac{-\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \text{معدل سرعة استهلاك } (NO_2) \quad \text{أو} \quad \frac{-\Delta[CO]}{\Delta t} = \text{معدل سرعة استهلاك } (CO)$$

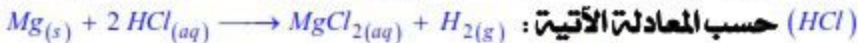
$$\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \text{معدل سرعة إنتاج } (NO) \quad \text{أو} \quad \frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = \text{معدل سرعة إنتاج } (CO_2)$$

ويمكن استخدام إحدى هذه العلاقات لقياس سرعة التفاعل ، ولكن عمليا فإنه من السهولة قياس معدل تغير إحدى الصفات الفيزيائية لإحدى مواد التفاعل (اللون البني المحمر للمميز لغاز NO_2) الذي تقل شدته بمرور الزمن ، لذلك يمكن الاعتماد عليه لقياس سرعة التفاعل ، وبالتالي فإن العلاقة الرياضية

$$R = \frac{-\Delta[NO_2]}{\Delta t}$$

التي يمكن تطبيقها عمليا للتفاعل السابق هي :

سؤال توضيحي (١) / يتفاعل الماغنيسيوم (Mg) مع حمض الهيدروكلوريك



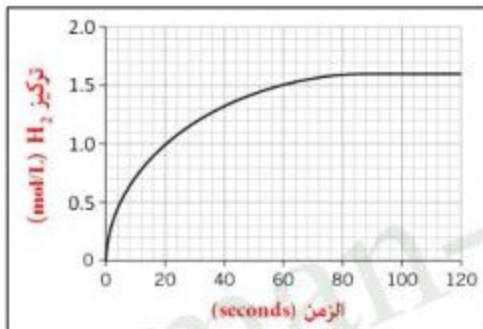
فإذا كانت كتلة (Mg) لحظة بدء التفاعل تساوي (6 g) وبقي منها (4.5 g) بعد مرور (3) دقائق ، احسب معدل سرعة التفاعل بدلالة عدد مولات (Mg) المستهلكة لكل دقيقة ؟

الحل

$$n_1(Mg) = \frac{m}{Mr} = \frac{6}{24} = 0.25 \text{ mol}$$

$$n_2(Mg) = \frac{m}{Mr} = \frac{4.5}{24} = 0.1875 \text{ mol}$$

$$R = \frac{-\Delta n_{Mg}}{\Delta t} = \frac{-(n_2 - n_1)}{\Delta t} = \frac{-(0.1875 - 0.25)}{3} = 0.021 \text{ mol / min}$$



سؤال توضيحي (٢) / يوضح الرسم البياني المقابل تركيز غاز الهيدروجين (H₂) المتصاعد بمرور الزمن عند تفاعل الليثيوم مع الماء حسب المعادلة الآتية :



ادرسه جيدا ، ثم احسب معدل سرعة التفاعل بدلالة تركيز غاز (H₂) الناتج بوحدة (mol/L .s) في الفترات الزمنية التالية :

أ (0 - 20) ثانية ب (20 - 40) ثانية ج (40 - 60) ثانية

الحل

$$R = \frac{\Delta [H_2]}{\Delta t} = \frac{(1.0 - 0)}{(20 - 0)} = 0.05 \text{ mol/L .s} \quad \text{أ}$$

$$R = \frac{\Delta [H_2]}{\Delta t} = \frac{(1.3 - 1.0)}{(40 - 20)} = 0.015 \text{ mol/L .s} \quad \text{ب}$$

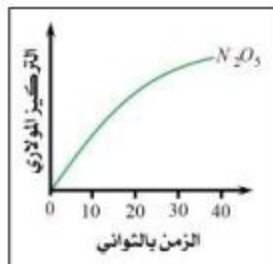
$$R = \frac{\Delta [H_2]}{\Delta t} = \frac{(1.5 - 1.3)}{(60 - 40)} = 0.01 \text{ mol/L .s} \quad \text{ج}$$

نلاحظ أن معدل سرعة التفاعل يقل بمرور الزمن نتيجة لاستهلاك المواد المتفاعلة ، وأن معدل سرعة إنتاج غاز (H₂) يكون أكبر ما يمكن في بداية التفاعل ، أي في الفترة الزمنية (0 - 20) ثانية.



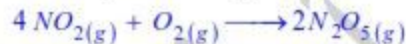
أسئلة إضافية

س (١) / اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة :



* يوضح الشكل المجاور رسماً بيانياً للتغير في تركيز المادة (N_2O_5)

بمرور الزمن عند تحضيره حسب المعادلة الآتية:



بني محمر

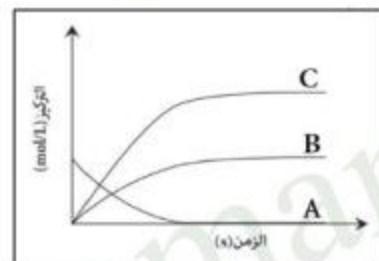
ادرسه جيداً ثم أجب عن المفردتين رقم (١) ورقم (٢):

١. ما الفترة الزمنية التي يكون عندها معدل سرعة إنتاج المادة (N_2O_5) أكبر ما يمكن؟

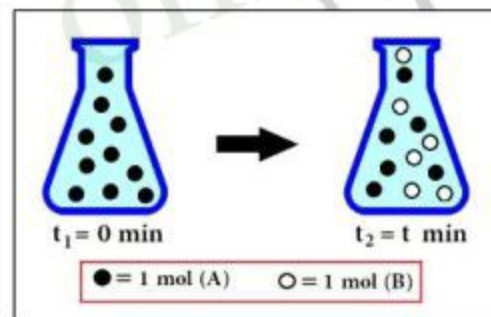
☒ ١٠ - ٠ ثواني ☐ ٢٠ - ١٠ ثواني ☐ ٣٠ - ٢٠ ثواني ☐ ٤٠ - ٣٠ ثواني

٢. ما العلاقة الرياضية الصحيحة التي يمكن تطبيقها عملياً على التفاعل السابق؟

$R = \frac{\Delta [N_2O_5]}{\Delta t}$ ☐ $R = \frac{-\Delta [NO_2]}{\Delta t}$ ☒ $R = \frac{-\Delta [O_2]}{\Delta t}$ ☐ $R = \frac{-\Delta [NO_2]^4}{\Delta t}$ ☐



٢. يوضح الشكل المقابل رسماً بيانياً للتغير في تركيز المواد الافتراضية (A, B, C) لأحد التفاعلات الكيميائية بمرور الزمن، ما المعادلة الكيميائية التي يمثلها هذا الشكل؟



٣. يوضح الشكل المقابل التغير في عدد مولات المادتين (A) و (B) بمرور الزمن للتفاعل



ما البديل الصحيح الذي ينطبق على التفاعل السابق؟

قيمة (y)	قيمة (x)	
2	1	<input type="checkbox"/>
1	2	<input type="checkbox"/>
3	2	<input checked="" type="checkbox"/>
2	3	<input type="checkbox"/>

Mr Ayuob Al Owaisi

Follow me on insta:

mr_ayuob4chem

س(٢) / شريط ماغنيسيوم كتلته (0.1 g) ، تم وضعه في محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) ، وبعد مرور (50) ثانية اختفى شريط (Mg) كلياً ، ما معدل سرعة التفاعل بدلالة كتلة الماغنيسيوم المستهلكة لكل ثانية ؟ جـ / $2 \times 10^{-3} \text{ g/s}$

س(٣) / إذا زاد تركيز إحدى المواد الناتجة من (0.0882 mol/L) إلى (0.1446 mol/L) خلال (12 min) ، فما هو معدل سرعة إنتاج هذه المادة بوحدة (mol/L.s) ؟

جـ / $7.83 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$

س(٤) / إذا تفاعل (43.75 %) من المادة (X) خلال (14) ثانية ، أوجد تركيزها الابتدائي والتركيز المتبقي منها بعد التفاعل إذا علمت أن معدل سرعة استهلاك المادة (X) خلال هذه الفترة الزمنية يساوي (0.025 mol/L.s) ؟ جـ / الابتدائي 0.8 mol/L المتبقي 0.45 mol/L

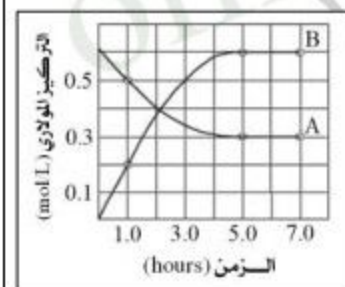
س(٥) / في التفاعل الآتي : $2X + 4Y \rightarrow 2XY_2$ ، إذا تغير تركيز المادة (Y) من (0.55 mol/L) إلى (0.04 mol/L) خلال دقيقتين ونصف ، أوجد معدل سرعة إنتاج المادة (Y) بوحدة (mol/L.s) خلال هذه الفترة الزمنية ؟ جـ / $3.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L.s}$

س(٦) / ما الزمن بالدقائق اللازم للحصول على (0.9 mol/L) من المركب (AB) إذا كان معدل سرعة تكوين (AB) يساوي (0.03 mol/L.s) ؟ جـ / 0.5 min

س(٧) / في التفاعل الآتي : $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ ،

إذا كان معدل سرعة استهلاك (O₂) يساوي (0.16 mol/L.s) خلال فترة زمنية معينة ، أوجد معدل سرعة استهلاك (NH₃) ومعدل سرعة إنتاج (H₂O) خلال نفس الفترة الزمنية ؟

جـ / 0.128 mol/L.s للمادة (NH₃)
جـ / 0.192 mol/L.s للمادة (H₂O)



س(٨) / يوضح الشكل البياني المقابل التغير في تركيز المادتين (A) و (B) والزمن بالساعات للتفاعل الافتراضي



ا) اكتب العلاقة الرياضية التي تعبر بها عن معدل سرعة إنتاج المادة (B) ؟

جـ / $R = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

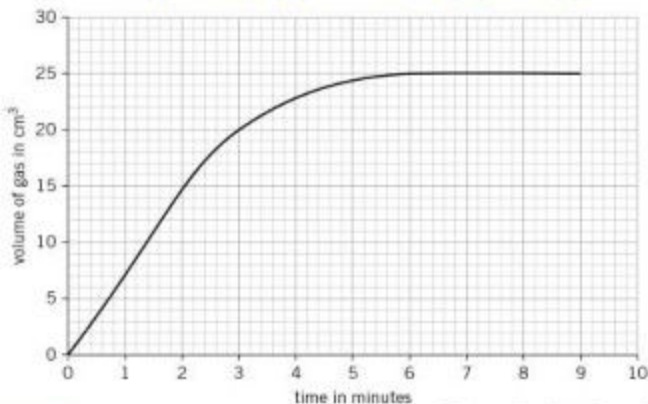
ب) أوجد معدل سرعة استهلاك المادة (A) بوحدة (mol/L.hr) خلال الفترة الزمنية (1.0 - 5.0 hrs) ؟

جـ / 0.05 mol/L.hr

جـ / 2

ج) أوجد قيمة (n) ؟ موضعا خطوات الحساب.

سـ (٩) / يوضح الشكل البياني الآتي حجم غاز الهيدروجين (H_2) المتصاعد بمرور الزمن عند تفاعل كتلة معينة من الخارصين (Zn) مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) حسب المعادلة:



Mr Ayub Al Owaisi
Follow me on insta:
mr_ayub4chem

5.6 min / جـ

25 cm³ / جـ

أ) ما الزمن المستغرق لاستهلاك كتلة الخارصين المستخدمة؟

ب) ما حجم غاز الهيدروجين (H_2) الناتج بانتهاء التفاعل؟

$$R = \frac{\Delta [H_2]}{\Delta t}$$

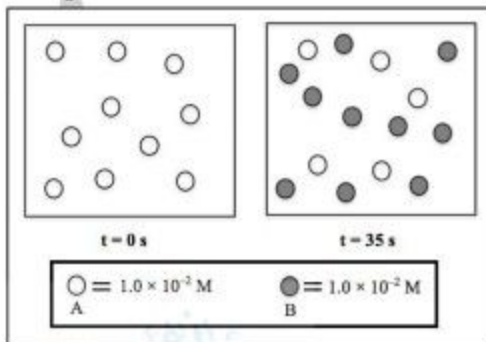
ج) اكتب العلاقة الرياضية التي تعبر بها عن معدل سرعة إنتاج غاز الهيدروجين؟

0.0744 cm³/s / جـ

د) ما معدل سرعة التفاعل بدلالة حجم غاز (H_2) الناتج لكل ثانية؟

سـ (١٠) / يوضح الشكل الآتي سير التفاعل: $A \longrightarrow 2B$

ادرسه جيدا ثم احسب معدل سرعة استهلاك المادة (A) ومعدل سرعة إنتاج المادة (B) بوحدة (M/s) خلال الفترة الزمنية الموضحة في الشكل؟ ثم قارن بين معدلي السرعة؟



$R(A) = 1.43 \times 10^{-3} M/s$ / جـ

$R(B) = 2.86 \times 10^{-3} M/s$ / جـ

$$R(B) = 2 R(A)$$

للاطلاع على شروحات إضافية، تمارين محلولة، أسئلة إضافية، جميع أسئلة الامتحانات السابقة مرتبة حسب الفصول مع نماذج الإجابة "اقتني سلسلة أوزون"