



المجتهد في الكيمياء

الوحدة الثالثة
سرعة التفاعل الكيميائي

الأستاذ
أنس القدومي

0795 059 831



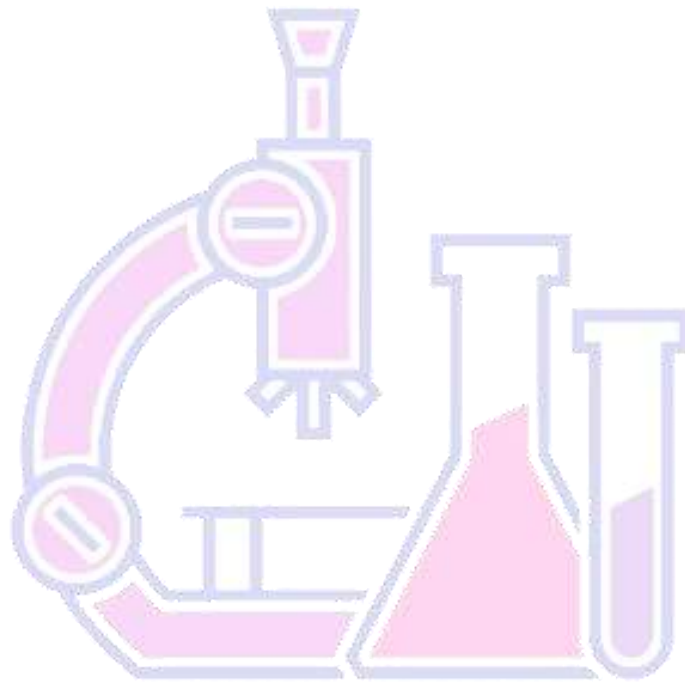
@أ.أنس القدومي

الوحدة الثالثة (3): سرعة التفاعلات الكيميائية

- التجربة الاستهلاكية: أثر زيادة تركيز المواد المتفاعلة في سرعة التفاعل الكيميائي
- الدرس الأول: سرعة التفاعلات الكيميائية
- الدرس الثاني: قوانين سرعة التفاعلات
- الدرس الثالث: نظرية التصادم والعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

إعداد المعلم:

أ. أنس القدومي



المجتهد في الكيمياء أ. أنس القدومي

المقدمة: المجتهد في الكيمياء

الوحدة الثالثة: سرعة التفاعلات الكيميائية

المحتويات

- شرح مفصل لمادة الكيمياء لصف الثاني ثانوي العلمي، والاقتصاد المنزلي والزراعي

- أسئلة متنوعة وشاملة للمادة لكل درس لوحدة.
- إجابة أسئلة الكتاب كل درس لوحده وإجابة أسئلة الوحدة.
- أسئلة متنوعة للاختبار الذاتي للطالب، وإجاباتها لتحقيق

**** نعتز بكم وبكم نتميز صناع المستقبل ****

يمكن تحميلها إلكترونياً من موقع منصة أساس التعليمية WWW.ASAS4EDU.COM

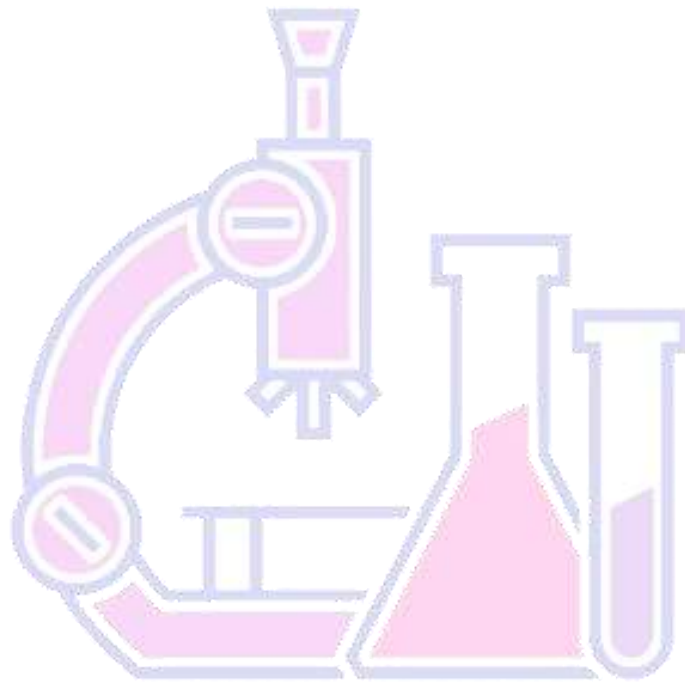
أو يمكن تحميلها على صيغة pdf من صفحة المجتهد في الكيمياء على الفيس بوك.



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

إعداد:

أ. أنس القدومي



المجتهد في الكيمياء أ. أنس القدومي

الدرس الأول: سرعة التفاعلات الكيميائية

توصف التفاعلات الكيميائية بأنها سريعة أو بطيئة؛ تبعاً لخصائص المواد المتفاعلة وظروف التفاعل، إلا أن التعبيرين الوصفين (سريع وبطيء) غير دقيقين في وصف السرعة؛ إذ يجب التعبير عنها بوصف أكثر دقة، ويمكن وصف الأشياء المتحركة عن طريق سرعتها، فمثلاً؛ عند النظر إلى مؤشر عداد السرعة في السيارة، إذا كان يشير إلى 80 Km/h ؛ فإن هذه السرعة تسمى **السرعة اللحظية**، ويمكن حساب سرعة جسم متحرك بقسمة المسافة التي يقطعها على الزمن الذي استغرقه في قطع تلك المسافة، وتسمى هذه **بالسرعة المتوسطة**.

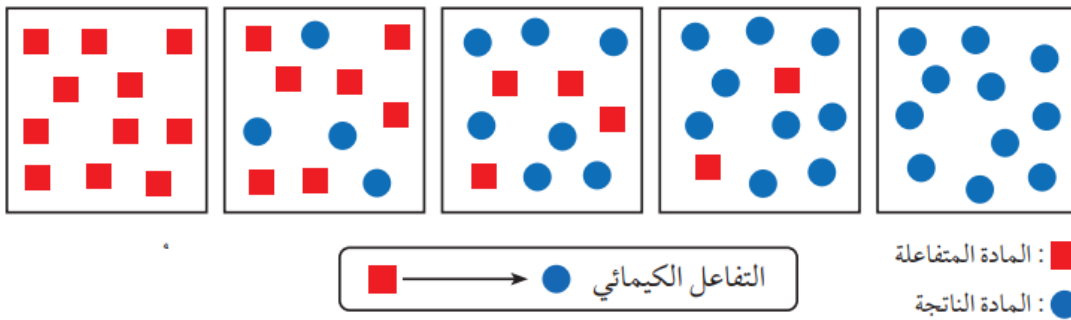
تتفاوت التفاعلات الكيميائية في سرعات حدوثها من تفاعل لآخر، وكذلك في التفاعل نفسه أثناء حدوثه، تبعاً لعوامل منها التركيز ودرجة الحرارة ومساحة السطح المعرض للتفاعل؛

سؤال: ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

الإجابة: -

(تركيز المواد المتفاعلة - مساحة السطح المعرضة للتفاعل - درجة الحرارة - طبيعة المادة - العامل المساعد)

فبعض التفاعلات تحدث بسرعة كبيرة خلال مدة زمنية قصيرة مثل تفاعلات الاحتراق وتفاعلات محاليل الحموض والقواعد، في حين تحتاج بعض التفاعلات زمناً أطول لحدوثها مثل صدأ الحديد، وقد يحتاج بعضها آلاف السنين، مثل تكون الفحم الحجري والنفط، فكيف يعبر عن سرعة التفاعل؟ وكيف يمكن قياسها؟ ادرس الشكل التالي



سؤال: كيف تتغير كمية المواد المتفاعلة والناتجة مع مرور الزمن؟

الإجابة: -

نلاحظ من الشكل أن كمية المواد المتفاعلة تقل وكمية المواد الناتجة تزداد

يلاحظ من التفاعل الكيميائي نقص في كميات المواد المتفاعلة فمثلاً عند تفاعل الحديد مع غاز الأكسجين كما في المعادلة $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ نلاحظ نقص في كتلة الحديد المتفاعلة مع مرور الزمن وتركيز غاز الأكسجين، ويزداد كتلة أكسيد الحديد المتكونة في النواتج. ويعبر عن كمية المواد المتفاعلة أو الناتجة بدلالة التغير في الكتلة أو الحجم أو التركيز المولاري، وذلك لمعرفة سرعة التفاعل

وغالباً ما نتعامل مع التركيز المواد المتفاعلة في حساب سرعة التفاعل

سؤال: ما هو تعريف سرعة التفاعل الكيميائي؟

الإجابة: -

هو التغير كمية أحد المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة خلال مدة زمنية محددة.

فمثلاً كإنتاج لتر من الماء في دقيقة لإحدى التفاعلات أو كاستهلاك لتر من الوقود في دقيقة لتفاعل آخر.

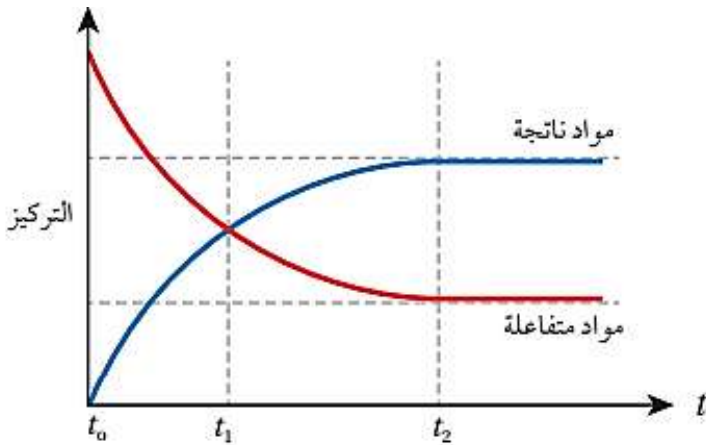
وبشكل عام يمكن تمثيل معدل سرعة التفاعل رياضياً اعتماداً على القانون التالي:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{مقدار التغير في كمية إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$$

$$R = \frac{\Delta (\text{reactant or product})}{\Delta t}$$

حيث يشير الرمز Δ إلى التغير

حساب سرعة التفاعل



يتم حساب سرعة التفاعل من خلال (التجربة العملية) بدلالة نقص تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو زيادة تركيز أحد المواد الناتجة في وحدة الزمن. والشكل يوضح نقص تركيز المتفاعلات وزيادة تركيز المواد الناتجة مع مرور الزمن

فمثلاً التفاعل الافتراضي:



تمثل الرموز (a,b,c,d) عدد المولات (المعاملات) المواد المتفاعلة والناتجة في المعادلة الموزونة، حيث يمكن حساب سرعة التفاعل بمعرفة سرعة اختفاء إحدى المواد المتفاعلات مثل المادة (A) أو المادة (B) كما يلي:

$$R = - \frac{\Delta [\text{المواد المتفاعلة}]}{\Delta t}$$

حيث أن

$[A]_2$ تركيز المادة (A) عند t_2

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

$[A]_1$ تركيز المادة (A) عند t_1

$$R = - \frac{([A]_2 - [A]_1)}{t_2 - t_1}$$

سؤال: في المعادلات السابقة ما سبب ظهور الإشارة السالبة في قانون السرعة؟
الإجابة: -

لأن المواد المتفاعلة تستهلك (تتناقص) تركيزها مع الزمن ولا يوجد سرعة سالبة، وناتج التغير في تركيز المواد المتفاعلة سالب فنتخلص من هذا الإشارة السالبة بوضع إشارة سالب لمقدار التغير حتى يكون ناتج السرعة قيمة موجبة

سؤال: ما هي وحدة قياس سرعة التفاعل؟
الإجابة: -

$$(\text{mol/L.s}) \text{ or } (\text{M/s}) \text{ or } (\text{M.s}^{-1})$$

كما يمكن حساب سرعة التفاعل بمعرفة سلاعة إنتاج إحدى المواد الناتجة مثل المادة (C) أو المادة (D) كما يلي:

$$R = \frac{\Delta [\text{المواد الناتجة}]}{\Delta t}$$

حيث أن

$[C]_2$ تركيز المادة (C) عند t_2

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

$[C]_1$ تركيز المادة (C) عند t_1

$$R = \frac{([C]_2 - [C]_1)}{t_2 - t_1}$$

يلاحظ أن التغير في تركيز المادة (C) قيمته موجبة فلا يوجد إشارة سالبة في

القانون، لأن تركيز المواد الناتجة يزداد مع مرور الزمن، فيكون $[C]_2$ أكبر من $[C]_1$

سؤال: في التفاعل الافتراضي $A + 2B \rightarrow 2C$ كان تركيز المادة (A) في بداية التفاعل يساوي (0.8M) وبعد مرور (4s) وجد أن تركيزها أصبح (0.2M) أحسب سرعة استهلاك المادة (A)

الإجابة: -

$$R = -\Delta [A] / \Delta t = -(0.2-0.8)/4 = 0.15M/s$$

سؤال: في التفاعل الافتراضي $A + 2B \rightarrow 2C$ وجد أن تركيز المادة (C) بعد مرور (5s) يساوي (0.1M) من بداية التفاعل أحسب سرعة إنتاج المادة (C)

الإجابة: -

$$R = \Delta [C] / \Delta t = -(0.1-0)/5 = 0.02M/s$$

المعادلة الموزونة

يمكن مقارنة سرعة استهلاك المادة (A) مع سرعة تكون (C)، فإنه يمكن إيجاد علاقة بين سرعة استهلاك (A) وسرعة تكون (C) اعتماداً على معاملاتها (عدد المولات) في المعادلة الموزونة كما يلي:

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

فمثلاً في التفاعل الافتراضي $A \longrightarrow 2C$ فإن إنتاج (2mol) من (C) يتطلب استهلاك (1mol) من (A) لذا، تكون سرعة تكون المادة (C) ضعف سرعة استهلاك المادة (A) ويمكن بذلك تمثيل علاقة رياضية بينهما كما يلي

$$\text{سرعة تكون } C = \frac{\text{سرعة استهلاك } A}{2}$$

$$\text{أي أن } -\frac{\Delta [A]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta [C]}{\Delta t}$$

ومن ما سبق في المعادلة الافتراضية يمكن التعبير عن قانون سرعة التفاعل بدلالة التغير في تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة بالاعتماد على **المعادلة الموزونة** كما يلي:

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

سؤال: أعبّر عن سرعة استهلاك المواد المتفاعلة وسرعة تكوين المواد الناتجة بدلالة التغير في تركيز كل منها في مدة زمنية محددة وفق المعادلة الموزونة



الإجابة: -

$$-\frac{1}{4} \frac{\Delta [\text{NH}_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta [\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{6} \frac{\Delta [\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta [\text{NO}]}{\Delta t}$$

سؤال: يتفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) مع غاز الفلور (F_2) لتكوين غاز فلوريد النتريل



عبر عن العلاقة بين سرعة تكوين (NO_2F) وسرعة استهلاك (F_2)

الإجابة: -

$$-\frac{\Delta [\text{F}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta [\text{NO}_2\text{F}]}{\Delta t}$$

أي أن سرعة تكوين (NO_2F) ضعف سرعة استهلاك (F_2)، أو يمكن القول أن سرعة استهلاك (F_2) نصف سرعة تكوين (NO_2F)

سؤال: يتحلل غاز هيدريد الفسفور، وفق المعادلة الموزونة الآتية $4\text{PH}_3 \longrightarrow \text{P}_4 + 6\text{H}_2$ أحسب سرعة استهلاك (PH_3) علماً بأن سرعة تكوين غاز الهيدروجين تساوي (0.06M/s) **الإجابة:** -

$$\frac{\Delta [\text{PH}_3]}{4 \Delta t} = \frac{\Delta [\text{H}_2]}{6 \Delta t}$$

$$\Delta [\text{PH}_3] / \Delta t = (4/6) \times 0.06 = 0.04\text{M/s}$$

سؤال: يتفاعل غاز الهيدروجين (H_2) مع غاز النيتروجين (N_2) لإنتاج غاز الأمونيا (NH_3) ويعبر عن ذلك بالمعادلة $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ أحسب سرعة استهلاك غاز الهيدروجين علماً بأن سرعة إنتاج الأمونيا تساوي (0.16M/s) **الإجابة:** -

$$\frac{\Delta [\text{H}_2]}{3 \Delta t} = \frac{\Delta [\text{NH}_3]}{2 \Delta t}$$

$$\Delta [\text{H}_2] / \Delta t = (3/2) \times 0.16 = 0.24\text{M/s}$$

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

حساب سرعة التفاعل من الرسم البياني

سؤال: كيف يمكن قياس سرعة التفاعل عن طريق الرسم البياني

الإجابة: -

يتم ذلك برسم منحنى يبين التغير في كمية أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة زمنية معينة، ويمكن من خلاله حساب (السرعة المتوسطة - السرعة الابتدائية - السرعة اللحظية - سرعة التفاعل خلال فترة زمنية)

سرعة التفاعل المتوسطة

سؤال: عرف السرعة المتوسطة

الإجابة: -

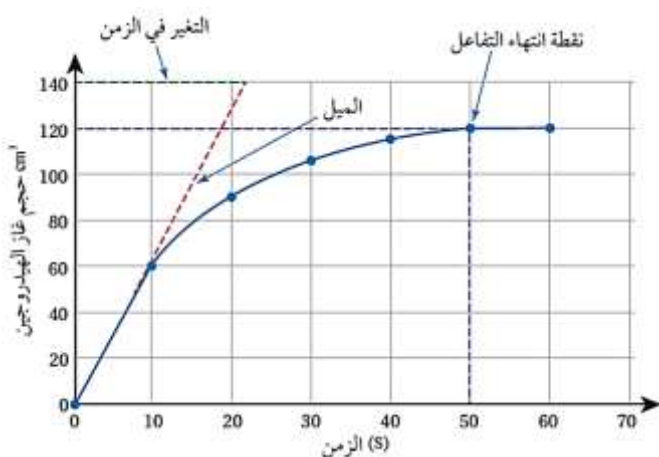
التغير الكلي في كمية المواد المتفاعلة أو الناتجة على الزمن المستغرق في ذلك

سؤال: كيف يمكن حساب السرعة المتوسطة

الإجابة: -

- 1) رسم منحنى بياني بين التغير في الكميات مع الزمن
- 2) حساب التغير الكلي في الكمية خلال الفترة الزمنية المحددة
- 3) نقسم التغير الكلي الذي حدث للكمية على الغير في الزمن (الفترة الزمنية المحددة)

سؤال: في تفاعل المغنيسوم مع حمض الهيدروكلوريك الذي يمثل بالمعادلة



سجل المعلومات عن التغير في حجم غاز الهيدروجين خلال (60s) وتم رسم منحنى بياني للتغير في الحجم المبينة في الشكل ادرسه ثم أحسب متوسط سرعة إنتاج غاز الهيدروجين بعد مرور (50s) من التفاعل

الإجابة: -

$$S = \Delta V / \Delta t = (120 - 0) / (50 - 0) = 2.4 \text{ cm}^3/\text{s}$$

سرعة التفاعل الابتدائية

سؤال: عرف السرعة الابتدائية

الإجابة: -

سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة عند الزمن صفر، وهي أعلى سرعة في التفاعل، ويكون تركيز المواد المتفاعلة أكبر ما يمكن

سؤال: كيف يمكن حساب السرعة الابتدائية

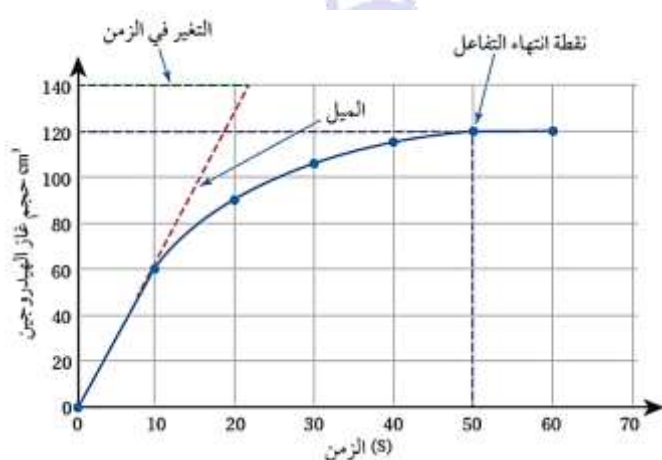
الإجابة: -

(1) رسم منحنى بياني بين التغير في الكميات مع الزمن

(2) رسم ميل مماس عند النقطة صفر تقريباً

(3) حساب ميل المماس (G)

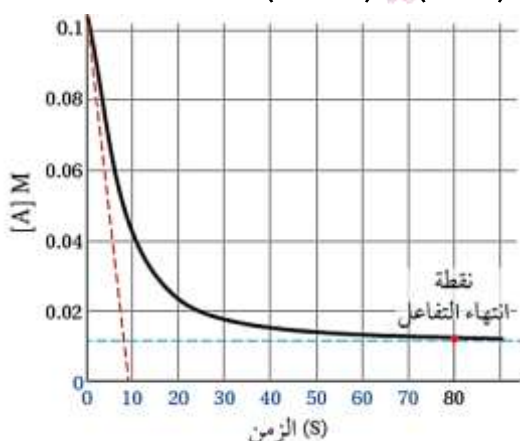
سؤال: في تفاعل المغنيسوم مع حمض الهيدروكلوريك الذي يمثل بالمعادلة



سجل المعلومات عن التغير في حجم غاز الهيدروجين خلال (60s) وتم رسم منحنى بياني للتغير في الحجم المبينة في الشكل ادرسه ثم أحسب السرعة الابتدائية في التفاعل

الإجابة: -

$$G = \Delta Y / \Delta X = (140 - 0) / (22 - 0) = 6.364 \text{ cm}^3/\text{s}$$



سؤال: يمثل الشكل الآتي منحنى سرعة التفاعل لتغير في

تركيز المادة (A) مقابل الزمن

(1) هل المادة (A) متفاعلة أم ناتجة فسر ذلك

(2) أحسب السرعة المتوسطة للتفاعل

(3) أحسب السرعة الابتدائية للتفاعل

الإجابة: -

(1) مادة متفاعلة لأنه يقل تركيزها مع مرور الزمن

$$S = -\Delta[A]/\Delta t = (0.01-0.1) / (80-0) = 0.001 \text{ M/s} \quad (2)$$

$$G = -\Delta Y/\Delta X = (0.1-0) / (10-0) = 0.01 \text{ M/s} \quad (3)$$

سرعة التفاعل اللحظية

سؤال: عرف السرعة اللحظية

الإجابة: -

سرعة هي السرعة عند لحظة معينة

سؤال: كيف يمكن حساب السرعة اللحظية

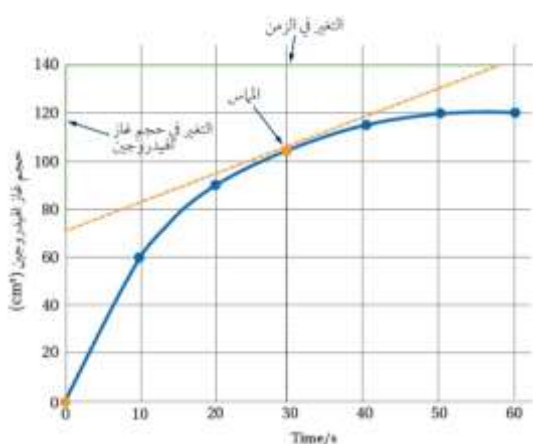
الإجابة: -

(1) رسم منحنى بياني بين التغير في الكميات مع الزمن

(2) تحديد الزمن المراد حساب السرعة عنده

(3) رسم خط مماس لنقطة المقابلة للزمن المحدد على منحنى التغير في الكمية

(4) حساب ميل المماس عند الزمن المطلوب



سؤال: يمثل الشكل الآتي منحنى سرعة التفاعل لتغير

في تركيز المادة (A) مقابل الزمن

(1) أحسب السرعة اللحظية عند زمن (30s)

(2) أحسب السرعة اللحظية عند زمن (10s)

(3) لماذا تكون السرعة الابتدائية أكبر من السرعة

عند الزمن (30s)

$$G = \Delta Y/\Delta X = (140-70) / (58) = 1.207 \text{ cm}^3/\text{s} \quad (1)$$

$$G = \Delta Y/\Delta X = (120-20) / (25-0) = 4 \text{ cm}^3/\text{s} \quad (2)$$

(3) لأن السرعة الابتدائية يكون تركيز المواد المفاعلة أكبر ما يمكن وهي أعلى سرعة في

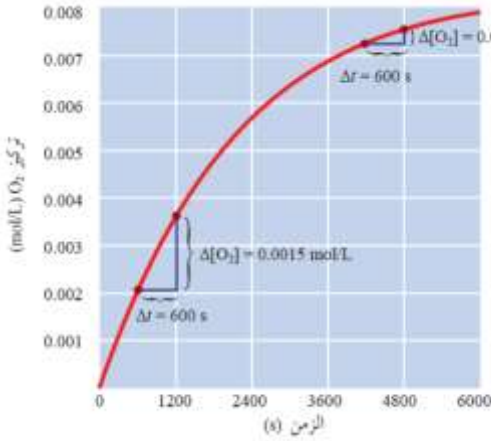
التفاعل

حساب سرعة التفاعل خلال فترة من الزمن

يمكن حساب سرعة التفاعل خلال فترة زمنية بتحديد الفتره الزمنية التي نريد حساب سرعة التفاعل خلالها ومعرفة التغير في كمية المادة المتفاعلة أو الناتجة وبالتعويض بقانون السرعة يمكن حساب سرعة التفاعل كما يلي

سؤال: يتحلل (N_2O_5) لينتج (NO_2) وغاز (O_2): $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ ، سجل المعلومات الواردة في الشكل التالي المستند على الجدول

Time (s)	0	600	1200	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
$[O_2] \times 10^{-3} M$	0	2.1	3.6	5.7	6.4	6.8	7.2	7.5	7.7	7.8



ادرسه ثم أحسب سرعة التفاعل خلال الفترات الزمنية

$$(1200 - 600)S \quad (1)$$

$$(4200 - 4800)S \quad (2)$$

$$(3000 - 4800)S \quad (3)$$

الإجابة: -

$$R = \Delta[O_2]/\Delta t \quad (1)$$

$$R = (0.0036 - 0.0015)/(1200 - 600)$$

$$= (0.0021/600)$$

$$R = 2.5 \times 10^{-6} M.s^{-1}$$

$$R = \Delta[O_2]/\Delta t \quad (2)$$

$$R = (0.0003)/(600) = 5 \times 10^{-7} M.s^{-1}$$

$$R = \Delta[O_2]/\Delta t \quad (3)$$

$$R = (0.0075 - 0.0064)/(4800 - 3000) = (0.0011/1800)$$

$$R = 1.4 \times 10^{-6} M.s^{-1}$$

سؤال: يبين الجدول الآتي تركيز المادة (E) مقابل الزمن

الزمن (s)	[E] (M)
5	0.006
9	0.002

(1) أوقع هل المادة (E) متفاعلة أم ناتجة؟ فسر ذلك

(2) أحسب سرعة التفاعل

- الإجابة:

(1) المادة متفاعلة، لأن تركيزها يقل بمرور الزمن

$$R = -\Delta[E]/\Delta t \quad (2)$$

$$R = (0.006 - 0.002)/(4) = 1 \times 10^{-3} \text{ M.s}^{-1}$$

سؤال: أحسب سرعة استهلاك (CO) في المعادلة $\text{CO} + \text{NO}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{NO}$ علماً بأن

تركيز (CO) في بداية التفاعل $(1.8 \times 10^{-3} \text{ M})$ ثم أصبح تركيزه $(1.2 \times 10^{-3} \text{ M})$ بعد مرور (20s)

- الإجابة:

$$R = -\Delta[\text{CO}]/\Delta t = (1.2 - 1.8) \times 10^{-3} / 20 = 3 \times 10^{-5} \text{ M.s}^{-1}$$

سؤال: يتفاعل غاز (N_2O_4) بالحرارة مكوناً غاز (NO_2) وفق المعادلة الموزونة $\text{N}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{NO}_2$

سجل بيانات تغير تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال مدة زمنية كما يلي

الزمن (s)	0	10	20
$[\text{N}_2\text{O}_4] \text{ (M)}$	0.1	0.02	0.01
$[\text{NO}_2] \text{ (M)}$	0.00	0.08	0.1

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

(2) أحسب سرعة تكوين (NO_2) في المدة الزمنية (10 - 20)s

- الإجابة:

$$R = -\Delta[\text{N}_2\text{O}_4]/\Delta t = (0.01 - 0.02)/(20 - 10) = 1 \times 10^{-3} \text{ M/s} \quad (1)$$

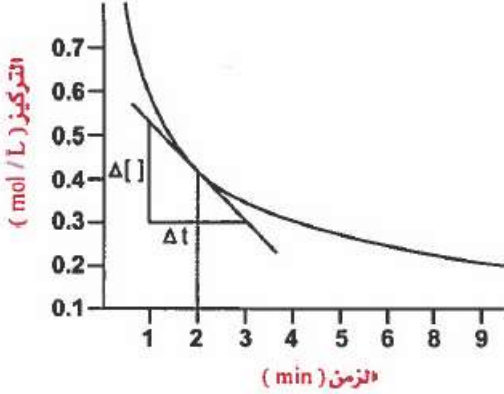
$$R = \Delta[\text{NO}_2]/\Delta t = (0.10 - 0.08)/(20 - 10) = 2 \times 10^{-3} \text{ M/s} \quad (2)$$

الاختبار الذاتي

سؤال [1]: يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين لإنتاج الأمونيا وفق المعادلة:



أحسب سرعة تكون الأمونيا (NH_3) علماً بأن سرعة استهلاك الهيدروجين (H_2) يساوي (0.16M/s)



سؤال [2]: في الشكل المجاور لاستهلاك المادة (A)

(1) احسب السرعة عند (2min)

(2) احسب السرعة المتوسطة للتفاعل

سؤال [3]: في تفاعل ما لإنتاج حمض الهيدروكلوريك (HCl) سجل البيانات الواردة في الجدول المجاور أدرسه جيداً ثم أجب عما يلي:-

$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$			
[HCl] (M)	[Cl ₂] (M)	[H ₂] (M)	الزمن (s)
0.00	0.050	0.030	0.00
0.020	0.040	0.020	4.00
X	0.034	0.014	8.00

(1) احسب سرعة إنتاج حمض (HCl) منذ بداية التفاعل حتى مرور (4s)

(2) احسب السرعة المتوسطة لاستهلاك غاز (H_2)

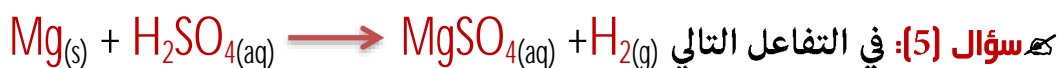
(3) هل تتوقع قيمة الرمز (X) أكبر أم أقل من (0.020M) فسر ذلك

سؤال [4]: يتحلل مركز ازوميثان ($\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3$) وفق المعادلة الآتية:



فإذا كان تركيز ($\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3$) في بداية التفاعل ($1.5 \times 10^{-2}\text{M}$) وأصبح تركيزه بعد

مرور (10s) يساوي ($1.0 \times 10^{-2}\text{M}$)، أحسب معدل سرعة التفاعل



وجد أن تركيز المادة (H_2SO_4) عند تفاعله مع (Mg) قد تغير من (1.2M) إلى (0.8M) خلال (4s) احسب معدل سرعة استهلاك المادة (H_2SO_4)

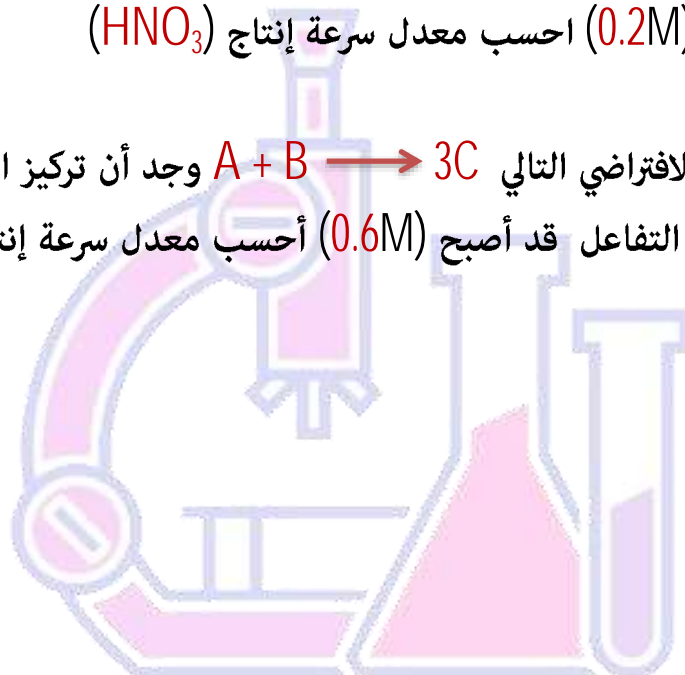
سؤال [6]: بإحدى التجارب قام أحد الأشخاص بتحضير التفاعل التالي



كان تركيز المادة (HNO_3) يساوي (0.1M) في بداية التفاعل وبعد مرور (4s) وجد أنه تركيزها أصبح (0.2M) احسب معدل سرعة إنتاج (HNO_3)

سؤال [7]: في التفاعل الافتراضي التالي $A + B \longrightarrow 3C$ وجد أن تركيز المادة (C) بعد مرور

(3s) من بداية التفاعل قد أصبح (0.6M) احسب معدل سرعة إنتاج المادة (C)



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الإجابات

سؤال (1):

$$\Delta[\text{NH}_3] / \Delta t = 2/3 \Delta[\text{H}_2] / \Delta t = (2/3) \times 0.16 = 0.1 \text{ M/s}$$

سؤال (2):

$$1) R = - \Delta[A] / \Delta t = 0.68-0/(5 \times 60)-0 = 0.002 \text{ M/s}$$

$$2) R = - \Delta[A] / \Delta t = 0.7-0.2/(9 \times 60)-0 = 9.25 \times 10^{-4} \text{ M/s}$$

سؤال (3):

$$1) R = \Delta[\text{HCl}] / \Delta t = 0.02-0/4 = 0.005 \text{ M/s}$$

$$2) R = - \Delta[\text{H}_2] / \Delta t = 0.030-0.014/8 = 0.002 \text{ M/s}$$

3) أكبر من (0.020M) لأنها مادة ناتجة ويزداد تركيزها مع مرور الزمن وعند الزمن

(8s) سيكون تركيزها أعلى من الزمن (4s)

سؤال (4):

$$R = - \Delta[\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3] / \Delta t = (1.5-1.0) \times 10^{-2}/10 = 5 \times 10^{-4} \text{ M/s}$$

سؤال (5):

$$R = - \Delta[\text{H}_2\text{SO}_4] / \Delta t = (1.2-0.8)/4 = 0.1 \text{ M/s}$$

سؤال (6):

$$R = \Delta[\text{HNO}_3] / \Delta t = (0.2-0.1)/4 = 0.025 \text{ M/s}$$

سؤال (7):

$$R = \Delta[\text{C}] / \Delta t = (0.6-0)/3 = 0.2 \text{ M/s}$$

مراجعة الدرس

سؤال (1): أشرح كيفية حساب سرعة التفاعل المتوسطة والسرعة الابتدائية من الرسم البياني:

سؤال (2): أشرح المقصود بكل من: سرعة التفاعل الكيميائي، السرعة اللحظية:

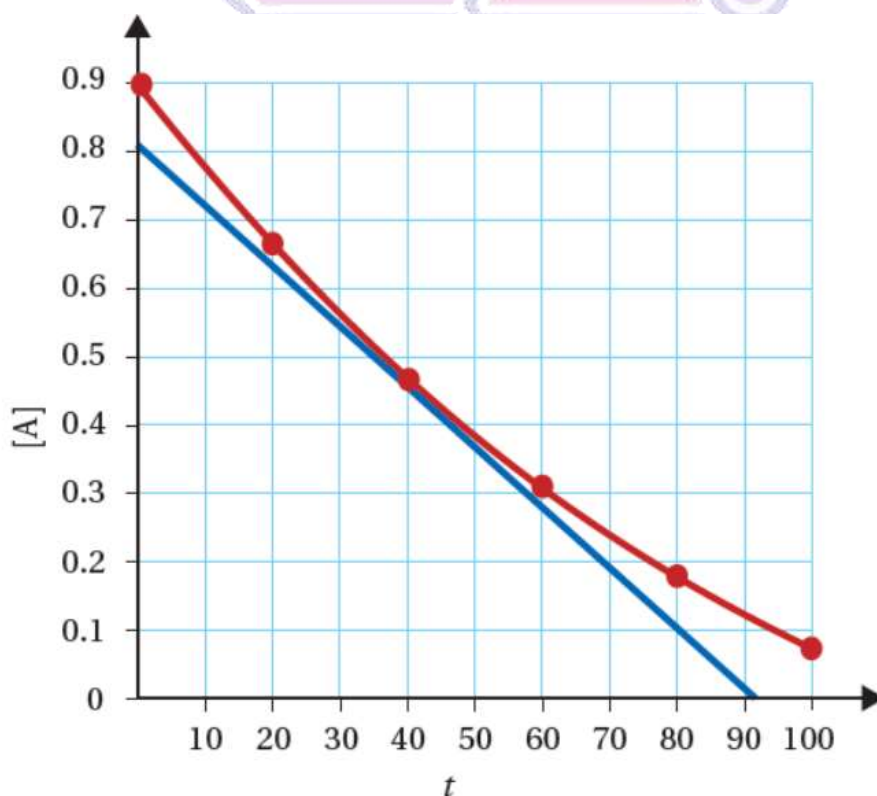
سؤال (3): أحسب سرعة تكوين غاز الأمونيا (NH_3) علماً بأن سرعة استهلاك غاز النيتروجين (0.5M/s) وفق المعادلة الموزونة الآتية:



سؤال (4): أحسب سرعة تكوين المادة (A) في المدة الزمنية (3s - 6s):

الزمن (s)	[A] (M)	رقم التجربة
1	0.3	1
3	0.6	2
6	0.9	3

سؤال (5): أحسب باستخدام الرسم البياني السرعة اللحظية عند الزمن (40s):



الإجابات

سؤال (1):

- (1) السرعة المتوسطة: نحسب التغير الكلي في كمية المواد المتفاعلة أو ناتجة على الزمن المستغرق في ذلك، ونقسم التغير في التركيز الكلي على الزمن الكلي
- (2) السرعة الابتدائية: سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة عند الزمن صفر نرسم مماس ونحسب ميل المماس

سؤال (2):

- (1) السرعة التفاعل الكيميائي: التغير في كمية أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة زمنية
- (2) السرعة اللحظية: السرعة عند لحظة زمنية معينة

سؤال (3):

$$\Delta[\text{NH}_3] / \Delta t = 2 \Delta[\text{N}_2] / \Delta t = 2 \times 0.5 = 1 \text{ M/s}$$

سؤال (4):

$$R = \Delta[A] / \Delta t = 0.9 - 0.6 / 6 - 3 = 0.1 \text{ M/s}$$

سؤال (5):

$$R = \Delta[A] / \Delta t = 0.81 - 0 / 92 - 0 = 0.008 \text{ M/s}$$

الدرس الثاني: قوانين سرعة التفاعلات**مفهوم قانون سرعة التفاعل**

تعلمنا سابقاً أنه يمكن حساب سرعة التفاعل من خلال تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة، ولاكن قد يعتمد سرعة التفاعل الكلية على تركيز أكثر من مادة واحدة متفاعلة، ولا يمكن معرفة أثرها على سرعة التفاعل إلى من خلال (التجربة العملية)، وغالباً تثبت الدراسات أن تركيز المواد المتفاعلة تتناسب **طردياً** مع سرعة التفاعل عند ثبات درجة الحرارة

😊 **فمثلاً:** في التفاعل الافتراضي التالي $A \longrightarrow$ نواتج

وجد أن سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تركيز المادة (A) مرفوع لقوى معينه وهي تمثل رتبة التفاعل بالنسبة للمادة (A)

أي أن سرعة التفاعل $\propto [A]^x$

$$R = k [A]^x$$

حيث أن:

(X) هي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة (A) حيث تبين رتبة المادة (A) مدى تأثير هذه المادة على سرعة التفاعل، وتأخذ رتبة التفاعل بالنسبة لأي مادة قيم تساوي (0,1,2,3,....)

(k) ثابت سرعة التفاعل

رتبة التفاعل

سؤال: عرف رتبة التفاعل

الإجابة: -

الأس المرفوع إليه تركيز المادة المتفاعلة في قانون سرعة التفاعل وهي قيمة عددية موجبة، وتبين أثر تركيز المادة المتفاعلة على سرعة التفاعل.

سؤال: ماذا يصف قانون سرعة التفاعل

الإجابة: -

يصف العلاقة بين سرعة التفاعل (R)، وثابت سرعة التفاعل (k) وتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة معينة.

في التفاعل الآتي $A + B \longrightarrow C + D$ يمكن تمثيل قانون سرعة التفاعل كما يلي

$$R = k [A]^x [B]^y$$

يمثل الرمز (x) رتبة التفاعل للمادة (A)، أما الرمز (y) يمثل رتبة التفاعل بالنسبة للمادة (B)

سؤال: كيف يتم معرفة رتبة التفاعل

الإجابة: -

يتم تحديد رتبة التفاعل من التجربة العملية. (وليس من المعادلة الموزونة)

سؤال: ما المقصود بالرتبة الكلية للتفاعل

الإجابة: -

مجموع رتب المواد المتفاعلة في قانون سرعة التفاعل. حسب المثال (x + y)

سؤال: ما المقصود بكل من (الرتبة الصفرية، الرتبة الأولى، الرتبة الثانية)

الإجابة: -

إذا كان الرتبة تساوي (0) للمادة المتفاعلة (A) مثلاً فهذا يعني أن التفاعل يكون من (الرتبة الصفرية) للمادة (A)، أما إذا كان الرتبة تساوي (1) للمادة المتفاعلة (A) مثلاً فهذا يعني أن التفاعل يكون من (الرتبة الأولى) للمادة (A)، إذا كان الرتبة تساوي (2) للمادة المتفاعلة (A) مثلاً فهذا يعني أن التفاعل يكون من (الرتبة الثانية) للمادة (A)

سؤال: يتفاعل غاز أحادي أكسيد النيتروجين (NO) مع غاز الهيدروجين (H_2) وفق معادلة



التفاعل الآتية جرى التوصل عن طريق التجربة عند درجة حرارة معينة؛ إلى أن قانون السرعة لهذا

$$R = k [NO]^2 [H_2]^1$$

(1) ما رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة (NO)

(2) ما رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة (H_2)

(3) ما الرتبة الكلية للتفاعل؟

الإجابة: -

(2) رتبة المادة H_2 تساوي 1

(1) رتبة المادة NO تساوي 2

(3) الرتبة الكلية للتفاعل تساوي (3) (1 + 2 = 3)

سؤال: يتحلل خامس أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O_5)؛ عند درجة حرارة معينة وفق معادلة التفاعل الآتية $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل (k) تساوي $(5.9 \times 10^{-4} s^{-1})$ ، وتركيز (N_2O_5) يساوي $(8.4 \times 10^{-3} M)$ فإذا كان قانون السرعة لهذا التفاعل $R = k [N_2O_5]^1$ أحسب سرعة التفاعل

الإجابة: -

$$R = k [N_2O_5]^1 = 5.9 \times 10^{-4} \times 8.4 \times 10^{-3} = 4.9 \times 10^{-6} M.s^{-1}$$

تحديد رتبة التفاعل

سؤال: كيف يمكن تحديد رتبة التفاعل

الإجابة: -

يتم تحديد رتبة التفاعل بالنسبة لمادة متفاعلة بطريقة الرسم البياني أو بطريقة السرعة الابتدائية.
أولاً: طريقة الرسم البياني

يمكن تحديد رتبة التفاعل بالرسم البياني وذلك كما يلي

- 1) معرفة تغير تركيز هذه المادة مع الزمن أثناء سير التفاعل، مع المحافظة على بقاء تراكيز المواد المتفاعلة أخرى ثابتة؛ وذلك باستعمال كميات كبيرة منها. ويتم قياس تراكيز المادة المتفاعلة التي تم اختيارها تجريبياً
- 2) نرسم بيانياً العلاقة بين التركيز مقابل زمن التفاعل
- 3) نحسب ميل المماس عند أكثر من زمن ونحسب ونكون بذلك تم حساب سرعة التفاعل عند أزمان مختلفة للمادة التي نحسب رتبته
- 4) نرسم منحنى بياني آخر بين سرعة التفاعل التي تم حسابها مقابل تركيز المادة المتفاعل
- 5) ومن خلال الرسم البياني في النقطة (4) وشكله يمكن لنا معرفة رتبة هذه المادة.

😊 **ملاحظة:** -

سنقتصر دراستنا على الرتبة الصفرية والرتبة الأولى فقط

الرتبة الصفرية

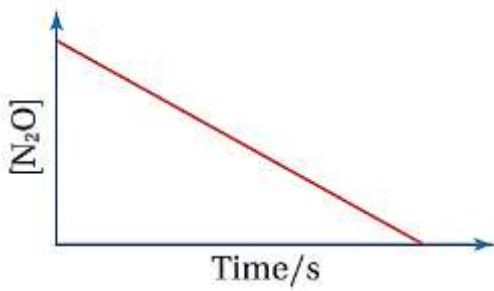
😊 **ملاحظة:** -

عندما يكون تركيز مادة متفاعلة مرفوعاً للأس (صفر)، فإن قيمته تساوي

(1)؛ وهذا يعني أن تغير تركيز المادة لا يؤثر في سرعة التفاعل.

مثال ذلك عند قياس سرعة تحلل أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O)، وفق المعادلة الآتية $2N_2O \longrightarrow 2N_2 + O_2$

فعند إجراء هذا التفاعل بوجود البلاتين بوصفه عاملاً مساعدًا ودرجة حرارة معينة؛ وجد أن سرعة التفاعل لا تعتمد على تركيز (N_2O) وبهذا نرسم العلاقة بين تركيز المادة المتفاعلة مقابل الزمن؛



تركيز المادة المتفاعلة مقابل الزمن.

سؤال: كيف يتغير تركيز المادة المتفاعلة مع مرور الزمن إذا كانت المادة من الرتبة صفر الإجابة: -

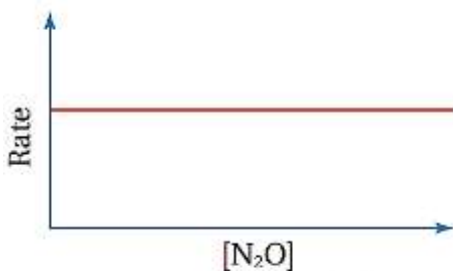
أن تركيز المادة المتفاعلة يتناقص بمقدار ثابت بمرور الزمن

سؤال: ما هي العلاقة بين التركيز والزمن إذا كانت المادة من الرتبة صفر الإجابة: -

تكون العلاقة خط مستقيم متناقص ميله مقداراً ثابتاً. كما مبين في الشكل السابق الذي يمثل الشكل لجميع المواد التي لها رتبة تساوي صفر

😊 **ملاحظة:** -

أي رسم بياني بين التركيز والزمن لها الشكل السابق يكون صفر الرتبة، فيمكن معرفة الرتبة الصفرية من خلال الرسم السابق أو من خلال رسم السرعة مع الزمن.



سرعة التفاعل مقابل التركيز.

وبعد رسم علاقة التركيز بالزمن نرسم علاقة بين سرعة التفاعل مقابل التركيز، كما يلي

ويشير ذلك إلى أن سرعة التفاعل لا تتأثر بتركيز المادة المتفاعلة (N_2O)، وبهذا يكون قانون السرعة لهذا التفاعل ($R = k$) وذلك لأن $[N_2O]^0 = 1$ فلا يكتب بقانون السرعة

الرتبة الأولى

😊 ملاحظة: -

عندما يكون تركيز مادة متفاعلة مرفوعاً للأس واحد، فإن سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تغير تركيز المادة المتفاعلة، مما يعني أن تغير تركيز المادة بمقدار معين يغير في سرعة التفاعل بنفس المقدار.

أي مادة متفاعلة رتبته واحد ونقص تركيزها إلى النصف مثلاً يؤدي إلى نقصان سرعة التفاعل إلى النصف، وكذلك مضاعفة تركيزها تضاعف سرعة التفاعل بالمقدار نفسه،

سؤال: إذا كان التفاعل من الرتبة الأولى وتضاعف تركيز المواد المتفاعلة ثلاث أضعاف ماذا يحدث لسرعة التفاعل

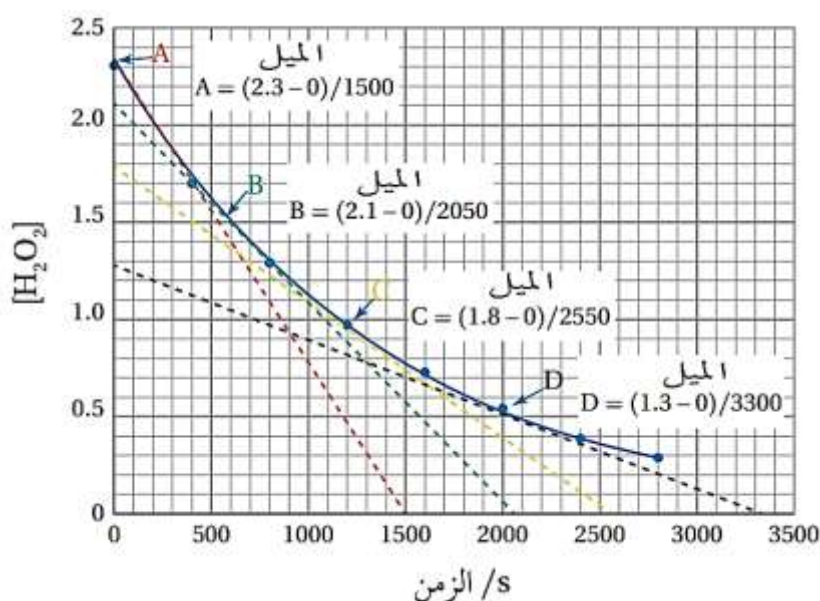
الإجابة: -

تضاعف سرعة التفاعل ثلاث أضعاف

ومثال ذلك تحلل فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وفق المعادلة الآتية

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\Delta} 2H_2O + O_2$$

وجد عملياً أن مضاعفة تركيز (H_2O_2) يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل؛ لذلك يعد هذا التفاعل من الرتبة الأولى بالنسبة للمادة المتفاعلة فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وبهذا يكون قانون السرعة لهذا التفاعل ($R = k[H_2O_2]^1$) ويمكن تمثيل الرسم البياني بين التغير بالتركيز مع الزمن للتفاعل كما يلي



😊ملاحظة:-

أي رسم بياني بين التركيز والزمن لها الشكل السابق يكون أحادي الرتبة، فيمكن معرفة الرتبة تساوي واحد من خلال الرسم السابق أو من خلال رسم السرعة مع الزمن.

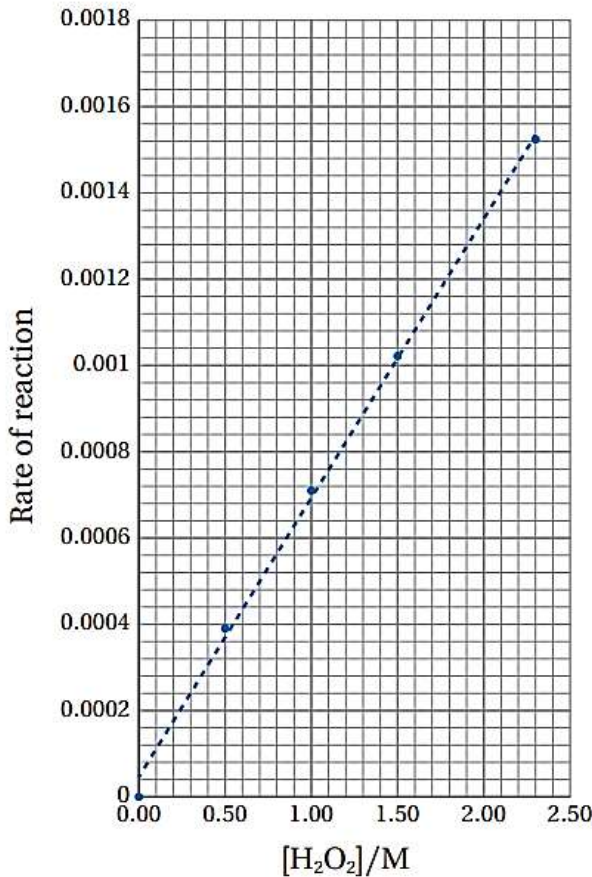
وعند حساب ميل المماس عند النقاط المبينة بالرسم (A-B-C-D) من خلال قانون ميل المماس فإننا بذلك نحسب سرعة التفاعل عند تركيز وزمن محدد وبثبات درجة الحرارة من خلال قانون المماس الذي يمثل السرعة اللحظية وهو

$$R = - \Delta [H_2O_2] / \Delta t$$

$(R) \times 10^{-3} M$	$[H_2O_2] M$
0.394	0.5
0.706	1.0
1.024	1.5
1.533	2.3

تم تسجيل قيم سرعة التفاعل كما في الجدول التالي، ومن المعلومات المسجلة يمكن تمثيل رسم بياني بين سرعة التفاعل مقابل التركيز، كما في الشكل البياني التالي

😊ملاحظة:-



يظهر الشكل المجاور أن علاقة سرعة التفاعل مع التركيز علاقة خط مستقيم متزايد، وهذا النمط ينطبق على جميع التفاعلات من الرتبة الأولى كافة

سؤال: ما هي العلاقة بين التركيز وسرعة التفاعل إذا كانت التفاعل من الرتبة الأولى

الإجابة:-

خطاً مستقيماً متزايداً

ثانياً: طريقة السرعة الابتدائية

تستعمل هذه الطريقة في تحديد رتبة التفاعل عن طريق مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل بتغير تركيز المواد المتفاعلة، حيث تقاس سرعة التفاعلُ الابتدائية في اللحظة التي تخلط فيها المواد المتفاعلة ذات التراكيز المعلومة

فمثلاً؛ في التفاعل العام $aA + bB \rightarrow nC$: بافتراض إجراء ثلاثة تجارب بتركيز ابتدائية مختلفة لكل من المادتين المتفاعلتين (A و B)، وسرعات ابتدائية عند درجة حرارة ثابتة كما يأتي

رقم التجربة	[A] (M)	[B] (M)	السرعة الابتدائية (M.s ⁻¹)
1	0.1	0.1	1×10^{-4}
2	0.2	0.1	2×10^{-4}
3	0.1	0.2	4×10^{-4}

نلاحظ من الجدول ما يلي

عند دراسة التجربتين الأولى والثانية يثبت تركيز المادة (B) ويتغير تركيز المادة (A) فبذلك يمكن لنا دراسة أثر تركيز المادة على سرعة التفاعل، فتتضاعف سرعة التفاعل للضعف وتركيز المادة (A) للضعف، فيكون بذلك نسبة الزيادة بين تركيز المادة (A) بنفس نسبة زيادة السرعة وهذا يعني أن رتبة المادة (A) يساوي (1) فإن التفاعل أحادي الرتبة للمادة (A)

وعند دراسة التجربتين الأولى والثالثة يثبت تركيز المادة (A) ويتغير تركيز المادة (B) فبذلك يمكن لنا دراسة أثر تركيز المادة (B) على سرعة التفاعل، فتتضاعف سرعة التفاعل أربع أضعاف وتركيز المادة (B) للضعف، فيكون بذلك نسبة الزيادة السرعة تساوي مربع التغير في تركيز المادة (B)، وهذا يعني أن رتبة المادة (B) يساوي (2) فإن التفاعل ثنائي الرتبة للمادة (B)

$$R = k [A]^1 [B]^2 \text{ فيكون قانون سرعة التفاعل}$$

😊ملاحظة: -

لحساب رتبة المادة المتفاعلة من قانون سرعة التفاعل والسرعة لإبتدائية

$$1 - \text{نكتب القانون العام لسرعة التفاعل حيث } R = k [A]^x [B]^y$$

2 - نكون معادلتين من تجربتين من الجدول السابق ونثبت تركيز أحد المواد المتفاعلة

لندرس تأثير المادة الأخرى على السرعة

3 - نقسم أحد المعادلات على الأخرى ونقوم بهذه الخطوات للتخلص من قيمة الثابت

 k ومن تركيز المادة المثبتة وندرس تأثير تركيز المادة المتغير تركيزها

4 - نعيد الخطوات السابقة للمادة الأخرى التي تم تثبيتها لكن بجعل تركيزها متغير

بتجربتين جديدتين

5 - إذا كان المادة من الرتبة صفر فإن تغير تركيزها لا يؤثر في سرعة التفاعل

6 - إذا كان المادة من الرتبة الأولى فإن تغير تركيزها بمقدار معين فإن السرعة التفاعل

تتغير بنفس مقدار التغير في التركيز

7 - إذا كان المادة من الرتبة الثانية فإن تغير تركيزها بمقدار معين فإن السرعة التفاعل

تتغير بمقدار مربع التغير في التركيز

سؤال: في التفاعل التالي: $A \longrightarrow B$ ، أدرس الجدول التالي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

رقم التجربة	تركيز المادة A (M)	تركيز المادة B (M)	السرعة الابتدائية (M.s ⁻¹)
1	0.1	0.1	1.26×10^{-5}
2	0.2	0.1	2.56×10^{-5}
3	0.1	0.3	1.26×10^{-5}

- (1) اكتب القانون العام لسرعة التفاعل
 (2) ما رتبة المادة (A)
 (3) ما رتبة المادة (B)
 (4) اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل
 (5) جد قيمة الثابت (k)

الإجابة:

$$(1) R = k [A]^x [B]^y$$

(2) لحساب رتبة المادة (A) نأخذ التجريبتين (2/1) فيكون

$$(R_2/R_1) = (k/k) ([A_2]/[A_1])^x ([B_2]/[B_1])^y$$

$$(2.56 \times 10^{-5} / 1.26 \times 10^{-5}) = (0.2/0.1)^x$$

$$(2) = (2)^x$$

$$x = 1$$

(3) لحساب رتبة المادة (B) نأخذ التجريبتين (3/1) فيكون

$$(R_3/R_1) = (k/k) ([A_3]/[A_1])^1 ([B_3]/[B_1])^y$$

$$(1.26 \times 10^{-5} / 1.26 \times 10^{-5}) = (0.3/0.1)^y$$

$$(1) = (3)^y$$

$$y = 0$$

$$R = k [A]^1$$

$$R = k [A]^1$$

$$k = R / [A]^1 = 1.26 \times 10^{-5} / 0.1 = 1.26 \times 10^{-4}$$

(4)

(5)

وحدة k

قانون لإيجاد قيمة وحدة k مباشرة بمعرفة رتبة التفاعل

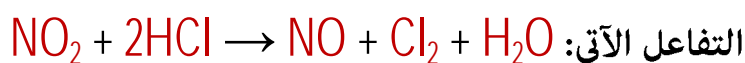
رتبة التفاعل الكلية	الرتبة الصفريّة	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة
قانون السرعة	$R = k$	$R = k [A]^1$	$R = k [A]^2$	$R = k [A]^3$
قانون K	$k = R$	$k = R/[A]^1$	$k = R/[A]^2$	$k = R/[A]^3$
تعويض الوحدات	$k = M s^{-1}$	$(M/s)/(M)$	$(M/s)/(M)^2$	$(M/s)/(M)^3$
وحدة K =	$M s^{-1}$	s^{-1}	$M^{-1} s^{-1}$	$M^{-2} s^{-1}$

ويمكن حساب وحدة k من القانون التالي

$$k = (L/mol)^{z-1} \cdot (s)^{-1}$$

حيث أن (z) هي الرتبة الكلية للتفاعل

سؤال: يتفاعل ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) مع حمض الهيدروكلوريك (HCl) ، وفق معادلة



جريت ثلاث تجارب بتركيزات مختلفة للتفاعل عند درجة حرارة ثابتة؛ وجرى حساب سرعة التفاعل الابتدائية لكل تجربة، وسجلت النتائج؛ فكانت كما يظهر في الجدول الآتي

السرعة الابتدائية (M.s^{-1})	(M) $[\text{HCl}]$	(M) $[\text{NO}_2]$	رقم التجربة
1.4×10^{-3}	0.3	0.3	1
2.8×10^{-3}	0.3	0.6	2
2.8×10^{-3}	0.6	0.3	3

- (1) اكتب القانون العام لسرعة التفاعل
 (2) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (NO_2)
 (3) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (HCl)
 (4) اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل
 (5) جد قيمة الثابتة (k)، مع ذكر وحدته

الإجابة:

$$y = 1 \quad (3)$$

$$x = 1 \quad (2)$$

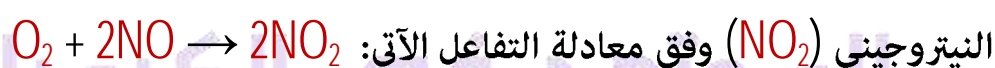
$$R = k [\text{NO}_2]^x [\text{HCl}]^y \quad (1)$$

$$R = k [\text{NO}_2]^1 [\text{HCl}]^1 \quad (4)$$

$$R = k [\text{NO}_2]^1 [\text{HCl}]^1 \quad (5)$$

$$k = R / [\text{NO}_2]^1 [\text{HCl}]^1 = 2.8 \times 10^{-3} / 0.09 = 1.55 \times 10^{-2} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

سؤال: يتفاعل غاز أحادي أكسيد النيتروجين (NO) مع غاز الأكسجين (O_2) مكونًا غاز ثاني أكسيد



النيتروجيني (NO_2) وفق معادلة التفاعل الآتي: وبقياس سرعة التفاعل الابتدائية عند تراكيز ابتدائية مختلفة من (NO) و (O_2)

سجلت النتائج كما يظهر في الجدول الآتي

السرعة الابتدائية (M.s^{-1})	(M) $[\text{O}_2]$	(M) $[\text{NO}]$	رقم التجربة
7×10^{-2}	2×10^{-1}	1×10^{-1}	1
2.8×10^{-1}	2×10^{-1}	2×10^{-1}	2
1.4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^{-1}	3

أستعين بنتائج هذه التجارب في تحديد رتبة التفاعل بالنسبة لكل من أحادي أكسيد

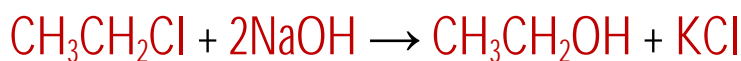
النيتروجين مع الأكسجين

الإجابة:

$$y = 1 \quad (\text{O}_2) \text{ رتبة}$$

$$x = 1 \quad (\text{NO}) \text{ رتبة}$$

سؤال: جرى قياس السرعة الابتدائية لثلاثة تجارب عند تراكيز ابتدائية مختلفة من تفاعل كلوروايثان ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) مع هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، وفق المعادلة الآتية



وسجل البيانات كما هو وارد في الجدول

السرعة الابتدائية (M.s^{-1})	(M) $[\text{NaOH}]$	(M) $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}]$	رقم التجربة
0.1	0.025	0.02	1
0.15	0.025	0.03	2
0.30	0.050	0.03	3

أستعين بنتائج هذه التجارب في تحديد رتبة التفاعل بالنسبة لكل من كلوروايثان ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) مع هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، وكتب قانون السرعة لهذا التفاعل

الإجابة:

$$y = 1 \text{ (رتبة (NaOH))} \quad x = 1 \text{ (رتبة (CH}_3\text{CH}_2\text{Cl))}$$

$$R = k [\text{NaOH}] [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}]$$

سؤال: في معادلة التفاعل الافتراضي $A + B \rightarrow$ نواتج سجلت البيانات كما يلي

السرعة الابتدائية (M.s^{-1})	(M) $[B]$	(M) $[A]$	رقم التجربة
1×10^{-3}	0.1	0.1	1
2×10^{-3}	0.1	0.4	2
3×10^{-3}	0.2	0.6	3

- (1) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (A) (2) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (B)
 (3) استنتج قانون السرعة لهذا التفاعل (4) أحسب قيمة الثابت (k)، مع ذكر وحدته

الإجابة:

$$(1) \text{ رتبة المادة المتفاعلة (A) } = 1 \quad (2) \text{ رتبة المادة المتفاعلة (B) } = 0$$

$$R = k [A]^1 \quad (3)$$

$$R = k [A]^1 \quad (4)$$

$$k = R / [A] = 1 \times 10^{-3} / 0.2 = 5 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

الاختبار الذاتي

سؤال [1]: في التفاعل الافتراضي التالي ادرس الجدول جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه



أحسب ما يلي

(1) رتبة المادتين (A) و (B)

(2) اكتب قانون سرعة التفاعل

(3) ثابت سرعة التفاعل K مع ذكر وحدته

السرعة الابتدائية (M/s)	[B] (M)	[A] (M)	رقم التجربة
6.4×10^{-6}	0.2	0.1	1
6.4×10^{-6}	0.2	0.2	2
2.56×10^{-5}	0.4	0.3	3

سؤال [2]: في التفاعل الافتراضي $A + B + C \longrightarrow D$ وجد أن عند مضاعفة تركيز كل من

المادتين (A) و (B) مرتين تضاعف سرعة التفاعل أربع مرات مع بقاء تركيز المادة (C)

ثابت، وعند مضاعفة تركيز كل من المادتين (A) و (C) مرتين تضاعف سرعة التفاعل

أربع مرات مع بقاء تركيز المادة (B) ثابت، وعند مضاعفة تركيز المادة (A) مرتين تضاعف

سرعة التفاعل مرتين مع بقاء تركيز باقي المواد ثابت، أجب عما يلي:

(1) اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل

(2) كم مرة سوف تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز كل المواد المتفاعلة للضعف

(3) إذا كان $[A] = [B] = [C] = 0.1M$ كانت سرعة التفاعل $(8 \times 10^{-6} M.s^{-1})$ ، أحسب

قيمة ثابت سرعة التفاعل.

سؤال [3]: في التفاعل الافتراضي $A + B \longrightarrow 2C$ سجلت المعلومات الواردة في

الجدول ادرسه جيداً ثم أجب عما يلي:

السرعة الابتدائية (M/s)	[B] (M)	[A] (M)	رقم التجربة
2.4×10^{-6}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1
4.8×10^{-6}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2
4.8×10^{-6}	4.8×10^{-2}	6×10^{-3}	3

(1) ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادتين (A) و (B)

(2) اكتب قانون سرعة التفاعل

- (3) أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل مع ذكر وحدته
 (4) إذا كان $[B] = [A] = 0.1M$ ما قيمة سرعة التفاعل
 (5) إذا قل تركيز كل من المادتين (A) و (B) للنصف كم مرة سوف تقل سرعة التفاعل.

سؤال [4]: في التفاعل الآتي:



تم الحصول على البيانات الآتية من التجربة العملية

رقم التجربة	$[\text{BrO}_3^-]$ (M)	$[\text{Br}^-]$ (M)	$[\text{H}^+]$ (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
1	0.1	0.1	0.1	8×10^{-4}
2	0.2	0.1	0.1	1.6×10^{-3}
3	0.2	0.2	0.1	3.2×10^{-3}
4	0.1	0.1	0.2	3.2×10^{-3}

- (أ) اكتب قانون سرعة التفاعل
 (ب) أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل K وما وحدة قياسه
 (ج) ما رتبة التفاعل الكلية
 سؤال [5]: أدرس الجدول الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم	معادلة التفاعل	قانون السرعة	المعلومات												
1	$\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow$ نواتج	$R = k [\text{A}]^2 [\text{B}]$													
2	$\text{R} + \text{M} \rightarrow$ نواتج		<table> <tr> <th>رقم التجربة</th><th>$[\text{B}]$ (M)</th><th>$[\text{M}]$ (M)</th><th>سرعة التفاعل (M/s)</th></tr> <tr> <td>1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>2×10^{-5}</td></tr> <tr> <td>2</td><td>0.2</td><td>0.1</td><td>8×10^{-5}</td></tr> </table>	رقم التجربة	$[\text{B}]$ (M)	$[\text{M}]$ (M)	سرعة التفاعل (M/s)	1	0.1	0.1	2×10^{-5}	2	0.2	0.1	8×10^{-5}
رقم التجربة	$[\text{B}]$ (M)	$[\text{M}]$ (M)	سرعة التفاعل (M/s)												
1	0.1	0.1	2×10^{-5}												
2	0.2	0.1	8×10^{-5}												
3	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$	$R = k [\text{N}_2\text{O}_5]$													
4	$\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$		$K = 2.5 \times 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$												

- (أ) ماذا يحدث لسرعة التفاعل رقم (1) إذا تضاعف [C] ثلاث مرات مع ثبوت العوامل الأخرى
 (ب) اكتب قانون سرعة التفاعل رقم (2) علماً بأن الرتبة الكلية للتفاعل (2)
 (ج) أحسب سرعة التفاعل رقم (4) عندما يكون $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ يساوي (0.2M)، مع ثبوت العوامل الأخرى

سؤال [6]: في التفاعل الافتراضي $E + 2B \rightarrow$ نواتج إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل $R = k [B]^1 [E]^x$ وعند مضاعفة $[E]$ (3) مرات و $[B]$ (4) مرات تضاعفت سرعة التفاعل (36) مرة، ما رتبة المادة (E)؟

سؤال [7]: مستخدم البيانات الواردة في الجدول الآتي والمتعلقة في التفاعل العام:



الزمن (s)	[D] (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
2	0.50	15×10^{-2}
4.2	0.25	7.5×10^{-2}
X	0.75	??

إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل هو: $R = k [D]^1$
 أ) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز $D = (0.75M)$
 ب) هل قيمة الزمن (X) أكبر من (4.2s) أم أقل من (2s)؟ وضح إجابتك.

سؤال [8]: في التفاعل الآتي: $A + 2B \rightarrow 3C + D$ ، إذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التفاعل (k) للتفاعل عند درجة حرارة معينة يساوي $(2 \times 10^{-3} L/mol.s)$ وأن قانون سرعة التفاعل هو $R = k [A]^x$

أ) ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من (A) و (B)
 ب) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز A (0.1M)، وتركيز B (0.5M)
 د) كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة [A] مرتين، و [B] ثلاث مرات

سؤال [9]: أجري أحد التجارب لتفاعل التالي وأعطيت النتائج كما في الجدول الذي يليه أدرسه

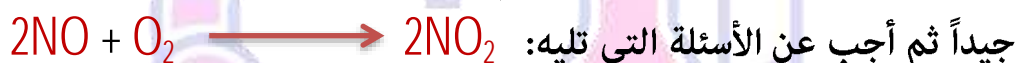


رقم التجربة	[CO] (M)	[NO ₂] (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
1	0.101	0.211	1.2×10^{-7}
2	0.202	0.211	4.8×10^{-7}
3	0.404	0.422	19.2×10^{-7}

أحسب ما يلي:

- رتبة المادة (CO)
- رتبة المادة (NO₂)
- ثابت سرعة التفاعل (k) مع ذكر وحدته
- اكتب قانون سرعة التفاعل

سؤال [10]: أجري إحدى التجارب لتفاعل التالي وأعطيت النتائج كما في الجدول الذي يليه أدرسه



رقم التجربة	[O ₂] (M)	[NO] (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
1	0.2	0.2	2.4×10^{-4}
2	0.2	0.4	4.8×10^{-4}
3	0.3	0.4	7.2×10^{-4}

أحسب ما يلي:

- رتبة المادة (O₂)
- رتبة المادة (NO)
- ثابت سرعة التفاعل مع ذكر وحدته
- اكتب قانون سرعة التفاعل

سؤال [11]: في التفاعل الافتراضي التالي: $F + E + D \rightarrow$ سجلت البيانات العلمية كما

هو وارد في الجدول المجاور أدرسه جيداً ثم أجب عما يلي.

(1) ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من المواد (F, E, D)

(2) اكتب قانون سرعة التفاعل

(3) أوجد قيمة كل من الرمز (Y) والرمز (X) بالجدول

(4) اكتب قيمة (k) مع ذكر وحدة

رقم التجربة	[D] (M)	[E] (M)	[F] (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
1	0.1	0.1	0.2	4.4×10^{-4}
2	0.1	0.1	0.4	8.8×10^{-4}
3	0.1	0.05	0.2	4.4×10^{-4}
4	0.3	0.1	0.2	1.32×10^{-3}
5	0.2	0.2	0.2	X
6	Y	0.1	0.1	8.8×10^{-4}

سؤال [12]: في تفاعل تحضير الهيدرازين $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$

- تضاعفت سرعة التفاعل مرتين عند مضاعفة $[H_2]$ مرتين مع بقاء تركيز (N_2) ثابتاً

- تضاعفت سرعة التفاعل (8) مرات عند مضاعفة كل من تركيز (H_2) و (N_2) معاً مرتين

(1) اكتب قانون سرعة التفاعل

(2) كم مرة تضاعفت سرعة التفاعل إذا تضاعف $[N_2]$ $[H_2]$ معاً (3) مرات

سؤال [13]: في التفاعل التالي $F_2 + 2NO_2 \rightarrow 2NO_2F$ وجد أن عند مضاعفة تركيز

(F_2) (3) مرات تضاعفت السرعة (9) مرات مع ثبات تركيز (NO_2) ، ولكن عند مضاعفة

تركيز (F_2) و (NO_2) مرتين لكل منها تضاعفت السرعة (4) مرات

(1) ما رتبة (F_2) (2) ما رتبة (NO_2)

(3) اكتب قانون سرعة التفاعل

(4) إذا كانت سرعة التفاعل $(4.4 \times 10^{-4} M/s)$ ، و $[F_2] = (0.1 M)$ ، $[NO_2] = (0.2 M)$ ما قيمة

ثابت السرعة (k)

سؤال [14]: اعتماداً على البيانات في الجدول المجاور بالتفاعل الافتراضي التالي



أجب عن الأسئلة التالية:

(1) أحسب رتبة المادة (B)

(2) أحسب رتبة المادة (A)

(3) ما قيمة (X) في التجربة الثالثة

(4) ما قيمة (Y) في التجربة الأولى

رقم التجربة	[A] (M)	[B] (M)	سرعة استهلاك المادة A (M/s)
1	0.1	Y	5×10^{-3}
2	0.2	0.01	2.5×10^{-3}
3	0.4	0.02	X
4	0.2	0.03	7.5×10^{-3}

الإجابات

سؤال [1]:

(1) $0 = (X)$ وهي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة (A) $0 = (A)$

(2) $2 = (Y)$ وهي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة (B) $2 = (B)$

$$R = k [B]^2$$

$$1.6 \times 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

سؤال [2]:

$$R = k [A] [B] [C]$$

(2) 8 مرات

$$k = 8 \times 10^{-3} \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$$

سؤال [3]:

(1) رتبة المادة (A) $1 = (A)$

$$R = k [A] [B]$$

$$k = 1.6 \times 10^{-2} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$1.6 \times 10^{-5} \text{ M s}^{-1}$$

(5) سرعة التفاعل تقل للربع

ورتبة المادة (B) $1 = (B)$

سؤال (4):

- (أ) $R = k [\text{BrO}_3^-] [\text{Br}^-] [\text{H}^+]^2$
 (ب) $8 \times 10^{-8} \text{ M}^{-3} \text{ s}^{-1}$
 (ج) الرتبة الكلية = 4

سؤال (5):

- (أ) تبقى ثابتة
 (ب) $R = k [\text{B}]^2$
 (ج) $6.25 \times 10^{-3} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$

سؤال (6):

رتبة المادة $E = 2$

سؤال (7):

- (أ) 0.225 M/s
 (ب) (X) أقل من (2s) لأنها مادة متفاعلة يقل تركيزها مع مرور الوقت وتركيزها عند الزمن (X) كان أكبر من (0.5M) وهذا يدل على أن الزمن (X) أقل من (2s)

سؤال (8):

- (أ) رتبة المادة $A = 2$ رتبة المادة $B = \text{صفر}$
 (ب) 0.2 M/s
 (ج) $\Delta[\text{C}]/\Delta t = (3/2) \Delta[\text{B}]/\Delta t = 0.9 \text{ M/s}$
 (د) تتضاعف سرعة التفاعل 4 مرات

سؤال (9):

- (1) رتبة المادة $\text{CO} = 2$
 (2) رتبة المادة $\text{NO}_2 = 0$
 (3) $1.2 \times 10^{-5} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 (4) $R = k [\text{CO}]^2$

سؤال (10):

(1) رتبة المادة O_2 = (1)

(2) رتبة المادة NO = (1)

(3) $1.2 \times 10^{-5} M^{-1}s^{-1}$

(4) $R = k [O_2] [NO]$

سؤال [11]:

رتبة المادة E = (صفر)

(1) رتبة المادة F = (1)

رتبة المادة D = (1)

(2) $R = k [D] [F]$

(3) الرمز (X) $8.8 \times 10^{-4} M/s$

الرمز (Y) تركيز المادة (D) في التجربة 6 $(0.4M)$

(4) $2.2 \times 10^{-2} M^{-1}s^{-1}$

سؤال [12]:

(1) $R = k [N_2]^2 [H_2]$

(2) 27 مرة

سؤال [13]:

(1) رتبة F_2 = 2

(2) رتبة NO_2 = 0

(3) $R = k [F_2]^2$

(4) $1 \times 10^{-2} M^{-1} s^{-1}$

سؤال [14]:

(1) رتبة المادة B = 1

(2) رتبة المادة A = 1

(3) $1 \times 10^{-2} M s^{-1}$

(4) $0.04M$

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

مراجعة الدرس

سؤال [1]: أوضح كيفية التوصل إلى رتبة المادة المتفاعلة:

سؤال [2]: أوضح المقصود بـ رتبة التفاعل الكلية.

سؤال [3]: في التفاعل الافتراضي بين (A) و (B) عند درجة حرارة ثابتة، كانت بيانات التفاعل كما يأتي

السرعة الابتدائية (M.s ⁻¹)	(M) [B]	(M) [A]	رقم التجربة
0.1	0.025	0.025	1
0.15	0.025	0.0375	2
0.6	0.05	0.0375	3

- (أ) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (A) (ب) استنتج رتبة المادة المتفاعلة (B)
 (ج) استنتج قانون السرعة لهذا التفاعل (د) أحسب قيمة الثابت (k)، مع ذكر وحدته
 (هـ) أحسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز (A) يساوي تركيز (B) ويساوي (0.01M)

سؤال [4]: في التفاعل الافتراضي $T + E + D \rightarrow$ النواتج

سجلت البيانات الآتية

السرعة الابتدائية (M.s ⁻¹)	(M) [D]	(M) [E]	(M) [T]	رقم التجربة
4.4×10^{-6}	0.1	0.1	0.2	1
8.8×10^{-6}	0.1	0.1	0.4	2
4.4×10^{-6}	0.1	0.05	0.2	3
1.32×10^{-6}	0.3	0.1	0.2	4
8.8×10^{-6}	X	0.1	0.1	5

- (أ) استنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة (T)
 (ب) استنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة (E)
 (ج) استنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة (D)
 (د) استنتج قانون سرعة التفاعل
 (هـ) أحسب تركيز المادة (D) في التجربة الأخيرة

الإجابات

سؤال (1):

نرسم منحنى بياني لتركيز المادة المتفاعلة مع الزمن ونأخذ نقاط مختلفة على المنحنى ونحسب ميل المماس عند كل نقطة ونكون بذلك نحسب السرعات اللحظية عند نقاط مختلفة

ثم نرسم منحنى بياني بين السرعات التي تم حسابها مقابل الزمن ويتيح لنا شكل المنحنى البياني معرفة رتبة تلك المادة المتفاعلة

سؤال (2):

قيمة عددية تمثل مجموع رتب المواد المتفاعلة

سؤال (3):

(ب) رتبة المادة $B = 2$

(د) $6.4 \times 10^3 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$

(أ) رتبة المادة $A = 1$

(ج) $R = k [B]^2 [A]$

(هـ) $6.4 \times 10^{-3} \text{ M s}^{-1}$

سؤال (4):

(ب) رتبة المادة $E = 0$

(د) $R = k [T] [D]$

(أ) رتبة المادة $T = 1$

(ج) رتبة المادة $D = 1$

(هـ) 0.2 M

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الدرس الثالث: نظرية التصادم والعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

نظرية التصادم

ضعت هذه النظرية من قبل العالمين ماكس تراوتز ووليام لويس؛ لتفسير حدوث التفاعلات الكيميائية وتفاوت سرعاتها، وقدمت اقتراحات حول كيفية تغيير سرعة التفاعل الكيميائي.

سؤال: ماذا تفترض نظرية التصادم

الإجابة: -

تفترض نظرية التصادم أنه لحدوث تفاعل كيميائي يجب تصادم جسيمات المواد المتفاعلة معاً، سواء كانت ذرات أو أيونات أو جزيئات وأن تكون طاقة التصادم كافية لتكسير الروابط بين الجسيمات المتفاعلة وتكوين روابط جديدة.

سؤال: ما هي شروط التصادم الفعال بين دقائق المواد المتفاعلة

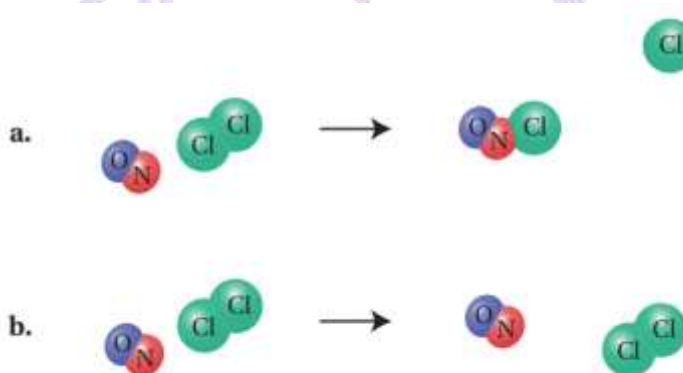
الإجابة: -

(1) تمتلك طاقة كافية لتكسير الروابط فيما بينها لتكوين روابط جديدة.

(2) أن يكون اتجاه التصادم صحيحاً.

فمثلاً؛ تتفاعل جزيئات أحادي أكسيد النيتروجين (NO) مع جزيئات الكلور (Cl₂)؛ وفق

المعادلة الآتية $\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}$ كما في الشكل الذي يوضح التصادم بينهما



يمثل التصادم في الشكل (a) توجه صحيحاً أما التصادم في الشكل (b) توجه غير صحيح

اتجاه التصادم والمعقد المنشط

يحدث الكثير من التصادمات في أثناء حدوث التفاعل لكن معظم التصادمات لا تكون نواتج
فعدد التصادمات المكونة لنواتج قليلة جداً مقارنة بعدد التصادمات الكلي ويسمى التصادم الذي
يكون ناتج بالتصادم الفعال

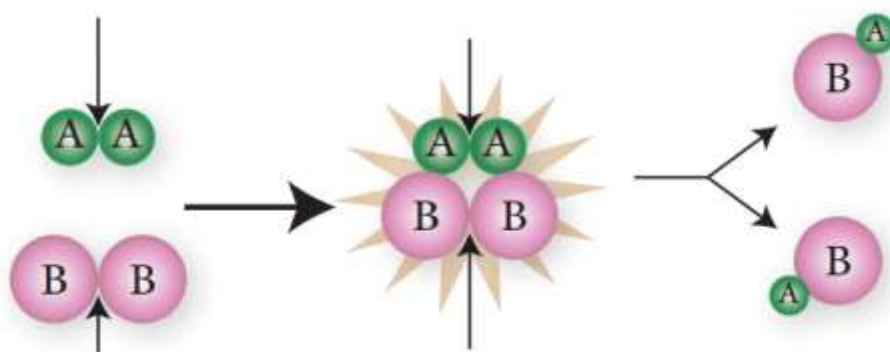
سؤال: ما المقصود بالتصادم الفعال

الإجابة: -

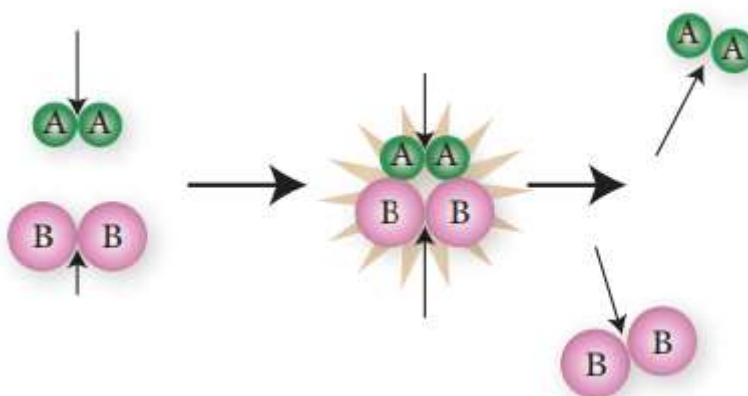
هو التصادم الذي يؤدي إلى تكوين نواتج

وللتصادم الفعال شروطاً التي تم ذكرها سابقاً

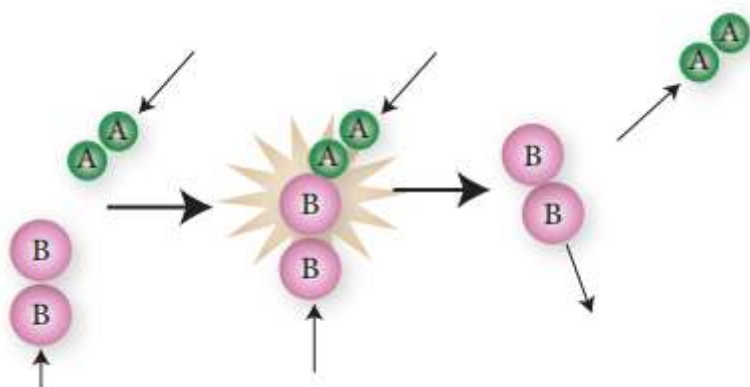
فمثلاً؛ في التفاعل الافتراضي وفق المعادلة الآتية $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ يجب أن تصادم
جسيمات (A) مع جسيمات (B) في الاتجاه الصحيح ويتوفر طاقة كافية لحدوث تفاعل كما في
الشكل



وعندما يكون التصادم بتوجه صحيح لآكن لا يمتلك طاقة كافية لتكسير الروابط فإن
الجسيمات ترتد بعضها مع بعض عند تصادمها كما يبين الشكل



وكذلك الحال في التصادم غير الفعال إذا لم يكن توجهها مناسباً كما في الشكل التالي



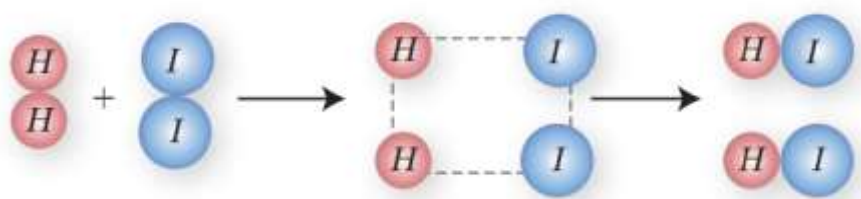
عند تصادم جسيمات المواد المتفاعلة وقبل تكوين النواتج يتكم جسيمات تسمى بالمعقد المنشط

سؤال: ما المقصود بالمعقد المنشط

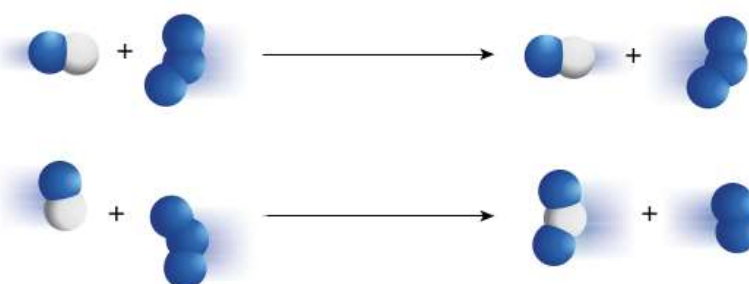
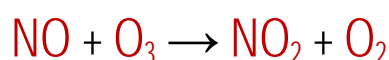
الإجابة: -

حالة انتقالية غير مستقرة من تجمع الذرات يبدأ فيها تكسير الروابط وتكوين روابط جديدة وتمتلك أعلى طاقة، تسمى طاقة وضع المعقد المنشط

والمعقد المنشط سرعان ما يتفكك مكوناً مواد ناتجة أو يعود كمادة متفاعلة مرة أخرى كما يبين الشكل التالي تكون المعقد المنشط عند تفاعل الهيدروجين مع اليود



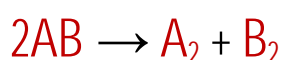
سؤال: استنتج من الشكل الآتي أي الاحتمالين يعد اتجاه التصادم صحيحاً للتصادم الفعال بين جزيئات أكسيد النيتروجين وجزيئات الأوزون وفق المعادلة



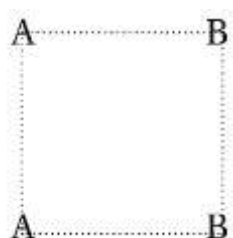
الإجابة: -

نلاحظ من الاحتمال الأول أنه لم يتغير ترتيب الذرات المتفاعلة عن الناتجة، مما يعني أن التصادم غير صحيح، أما في الاحتمال الثاني يعد اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال لأنه تم إعادة ترتيب الذرات والحصول على الناتج المطلوب

سؤال: ارسم المعقد المنشط (التصادم الفعال) المتكون عن التفاعل العام الآتي



الإجابة: -



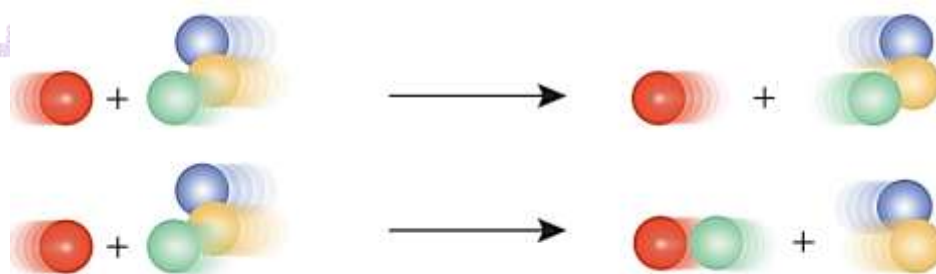
يحدث التصادم بين ذرتي (A) وذرتي (B) في جسيم (AB) ويتوقع أن تنكسر الرابطة بين (A - B) ويتكون رابطة بين (A - A) ورابطة بين (B - B) وبذلك يكون شكل المعقد المنشط كما يلي

سؤال: ما الشرطان اللازم توفرهما للتصادم الفعال

الإجابة: -

- (1) تمتلك طاقة كافية لتكسير الروابط فيما بينها لتكوين روابط جديدة.
- (2) أن يكون اتجاه التصادم صحيحًا.

سؤال: بالاعتماد على شرطي التصادم الفعال أستنتج من الشكل الافتراضي الآتي أي الحالتين تمثل تصادمًا فعالًا وأيهما تمثل تصادم غير فعال مبرر إجابتي



الإجابة:

نلاحظ من الاحتمال الأول أنه لم يتغير ترتيب الذرات المتفاعلة عن الناتجة، مما يعني أن التصادم غير صحيح، أما في الاحتمال الثاني يعد اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال لأنه تم إعادة ترتيب الذرات والحصول على الناتج المطلوب

طاقة التنشيط (E_a)

يشترط ليكون التصادم فعال أن تمتلك المواد المتفاعلة طاقة كافية لحدوث تفاعل تسمى طاقة التنشيط

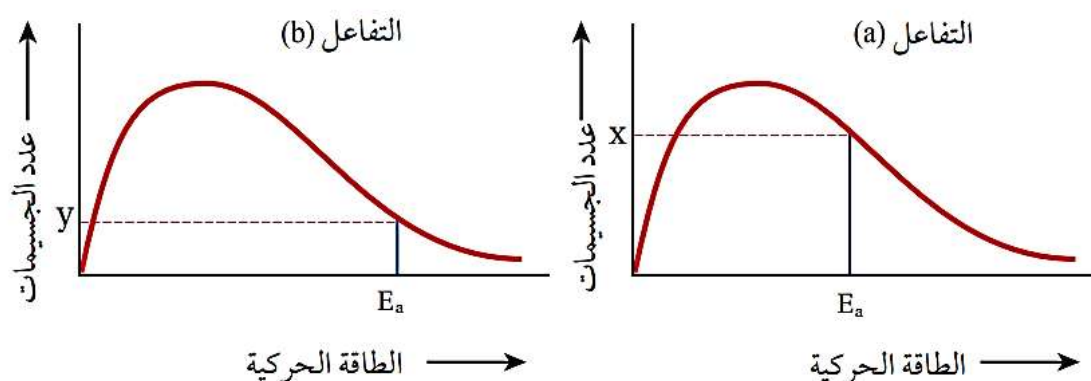
سؤال: ما المقصود بطاقة التنشيط
الإجابة: -

الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن تمتلكها المواد المتفاعلة لتبدأ في التفاعل وتكوين معقد منشط

سؤال: ما علاقة طاقة التنشيط بسرعة التفاعل
الإجابة: -

العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل عكسية

كلما انخفضت طاقة التنشيط يعني ذلك زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك هذه الطاقة وتكوين المعقد المنشط، فتزداد بذلك سرعة التفاعل وكلما زاد طاقة التنشيط للتفاعل يعني بذلك أن يقل عدد الجزيئات المواد المتفاعلة التي تمتلك هذه الطاقة فيصبح عدد قليل من جزيئات المواد المتفاعلة يمكن له أن يكون المعقد المنشط فتقل سرعة التفاعل كما يوضح الشكل



يمثل الشكل تفاعلين (a) و (b) باختلاف طاقة التنشيط بينهم، تقل طاقة التنشيط في التفاعل (a) عن التفاعل (b)
يمثل الرمز (X) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط في التفاعل (a) ويمثل الرمز (Y) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط في التفاعل (b)

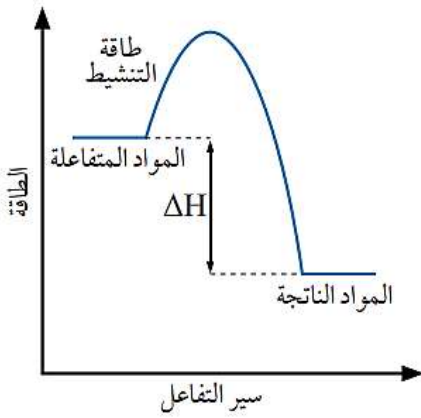
ويتبين أن قيمة (X) أكبر من قيمة (Y) وهذا يعني أن التفاعل (a) يمتلك أكبر عدد من الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتفاعل فيكون التفاعل (a) أسرع من التفاعل (b)

😊ملاحظة: -

كلما قل طاقة التنشيط زاد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط وزاد

سرعة التفاعل

ويمكن توضيح هذه العلاقة عن طريق شخص يقوم بدفع عربة ثقيلة إلى قمة تل، فإذا كان التل مرتفعاً؛ سيحتاج الشخص إلى طاقة كبيرة لدفع العربة نحو القمة، كما أنه سيستغرق وقتاً طويلاً للوصول إلى قمة التل. أما إذا كان التل منخفضاً؛ فسيحتاج إلى طاقة أقل لدفع العربة إلى قمة التل، وسيوصلها في وقت أسرع



يوضح الشكل التالي سير تفاعل أول أكسيد الكربون (CO) مع ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)؛ لإنتاج ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأحادي أكسيد النيتروجين (NO) وفق المعادلة الآتية: $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{CO}_2$

ويبين الشكل أن المواد المتفاعلة تمتلك كمية من الطاقة تسمى طاقة وضع المواد المتفاعلة أو المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة، ويرمز لها بالرمز (H_R)، وأن المواد الناتجة تمتلك كمية من الطاقة تسمى طاقة وضع المواد الناتجة أو المحتوى الحراري للمواد الناتجة ويرمز لها بالرمز (H_p)، وألاحظ أن طاقة المواد الناتجة (H_p)؛ أقل من طاقة المواد المتفاعلة (H_R)، مما يعني أن التفاعل **يُصاحبه فقدان للطاقة**، ويسمى فرق الطاقة هذا بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة في المحتوى الحراري للتفاعل، ويرمز له بالرمز (ΔH)

حيث التغير في المحتوى الحراري للتفاعل = طاقة المواد الناتجة - طاقة المواد المتفاعلة

$$\Delta H = H_p - H_R$$

😊 ملاحظات: -

تسمى التفاعلات التي تفقد طاقة، التفاعلات الطاردة للطاقة

كما يتضح من الشكل أن المواد المتفاعلة تكتسب الطاقة عند تصادمها لتكوين المعقد المنشط، وتسمى هذه الطاقة طاقة تنشيط التفاعل الأمامي E_{a1} ، وهي الطاقة التي يجب أن تمتلكها المواد المتفاعلة عند تصادمها لتكوين المواد الناتجة، وفي هذه الحالة تتصادم جزيئات (CO) و (NO_2) ، مع وجود كمية كافية من الطاقة، فتكون المعقد المنشط، ثم تنكسر الروابط، وتتكون روابط جديدة مكونة المواد الناتجة.

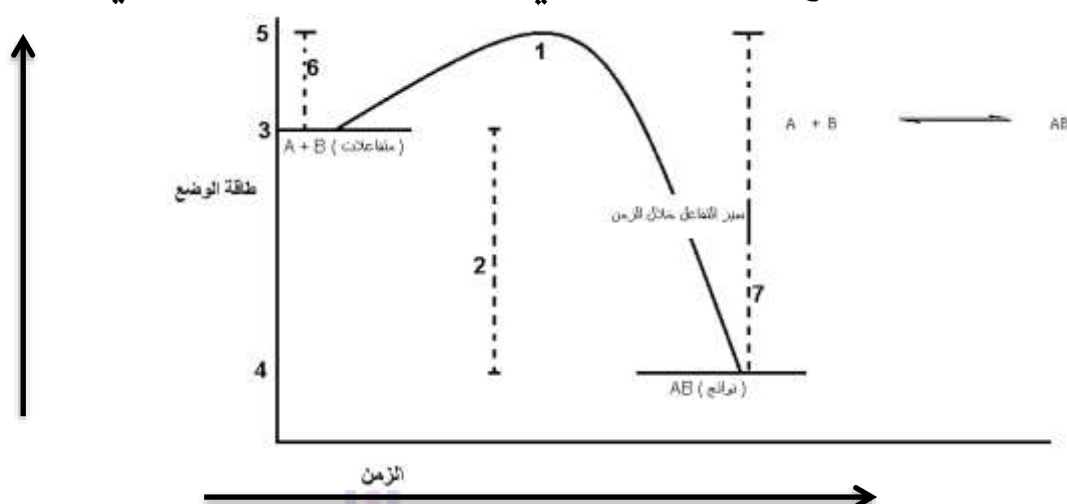
بالنظر إلى التفاعل العكسي بين ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأحادي أكسيد النيتروجين (NO) ؛ لإنتاج (CO) و (NO_2) ؛ وفق المعادلة السابقة، يمثل الفرق الطاقة بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المعقد المنشط، تسمى طاقة تنشيط التفاعل العكسي E_{a2} .

وبما أن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي، فيكون التفاعل العكسي ماصاً للطاقة.

ويمكن التعبير عن التغير بالمحتوى الحراري بدلالة التغير في المحتوى الحراري لأنه يتبين بالشكل أن التغير في المحتوى الحراري يمثل الفرق بين طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي

$$\Delta H = E_{a1} - E_{a2}$$

يمكن توضيح تغيرات الطاقة التي تحدث خلال التفاعل الكيميائي الطارد للطاقة كما يلي



😊 **نلاحظ:** من الرسم ما يلي

- 1) يمثل الرقم (3) طاقة وضع المواد المتفاعلة
- 2) يمثل الرقم (4) طاقة وضع المواد الناتجة
- 3) يمثل الرقم (2) الفرق في طاقة وضع المواد الناتجة والمواد المتفاعلة إذا يمثل (التغير في المحتوى الحراري ΔH)
- 4) يمثل الرقم (1) المعقد المنشط
- 5) يمثل الرقم (5) طاقة وضع المعقد المنشط
- 6) يمثل الرقم (6) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي
- 7) يمثل الرقم (7) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

حيث التغير في المحتوى الحراري للتفاعل = طاقة المواد الناتجة - طاقة المواد المتفاعلة

$$\Delta H = H_p - H_R$$

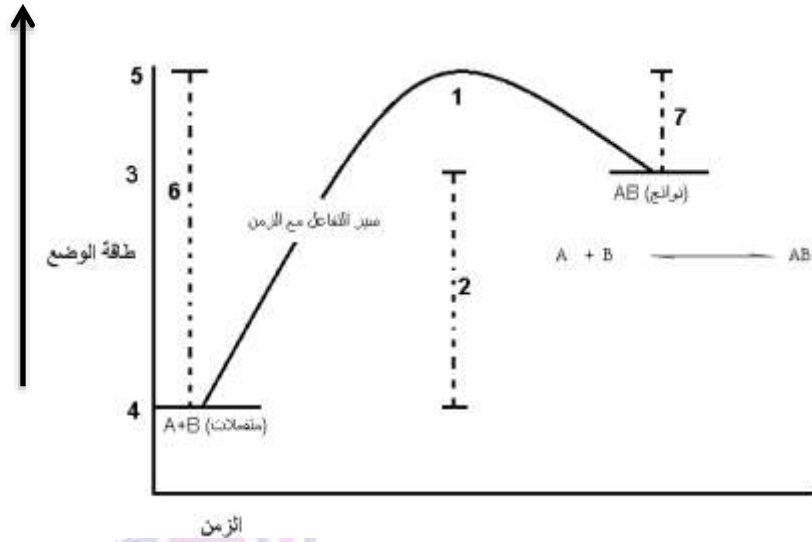
أو يمكن التعبير عن التغير في المحتوى الحراري للتفاعل = ط. ت. أمامي - ط. ت. عكسي

$$\Delta H = E_{a1} - E_{a2}$$

مهم:

تكون إشارة التغير في المحتوى الحراري سالبة

ويمكن توضيح تغيرات الطاقة التي تحدث خلال التفاعل الكيميائي الماص للطاقة كما يلي



😊 **نلاحظ:** من الرسم ما يلي

- 1) يمثل الرقم (4) طاقة وضع المواد المتفاعلة
- 2) يمثل الرقم (3) طاقة وضع المواد الناتجة
- 3) يمثل الرقم (2) الفرق في طاقة وضع المواد الناتجة والمواد المتفاعلة إذا يمثل (التغير في المحتوى الحراري ΔH)
- 4) يمثل الرقم (1) المعقد المنشط
- 5) يمثل الرقم (5) طاقة وضع المعقد المنشط
- 6) يمثل الرقم (6) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي
- 7) يمثل الرقم (7) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

حيث التغير في المحتوى الحراري للتفاعل = طاقة المواد الناتجة - طاقة المواد المتفاعلة

$$\Delta H = H_p - H_R$$

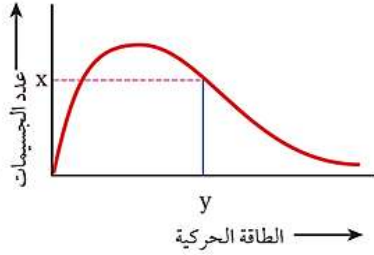
أو يمكن التعبير عن التغير في المحتوى الحراري للتفاعل = ط. ت. أمامي - ط. ت. عكسي

$$\Delta H = E_{a1} - E_{a2}$$

مهم:

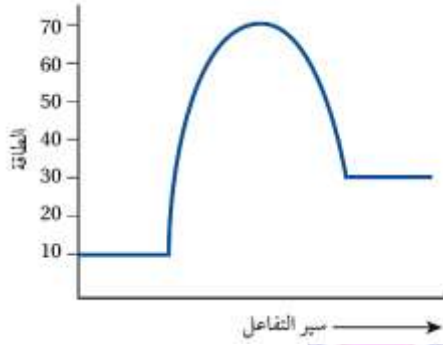
تكون إشارة التغير في المحتوى الحراري موجبة

سؤال: إلى ماذا يشير كل من الرموز (X) و (Y) المبينة بالشكل
الإجابة: -



(X) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط
(Y) طاقة التنشيط

سؤال: بدراسة منحنى التفاعل الماص للطاقة المجاور؛ أجد قيمة كل مما يأتي بوحدة (KJ)



- (1) طاقة المواد المتفاعلة
- (2) طاقة المواد الناتجة
- (3) طاقة وضع المعقد المنشط
- (4) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي
- (5) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي
- (6) التغير في المحتوى الحراري ΔH

الإجابة: -

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (10) (1) | (30) (2) | (70) (3) |
| (60) (4) | (40) (5) | (20) (6) |

سؤال: في تفاعل ما كانت طاقة المواد المتفاعلة (25KJ)، وكان التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (45KJ)، وطاقة تنشيط التفاعل العكسي (55KJ)، جد قيمة كل مما يلي بوحدة (KJ)

- (1) طاقة المواد الناتجة
- (2) طاقة وضع المعقد المنشط
- (3) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي
- (4) هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة

الإجابة: -

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| (70) (1) | (125) (2) | (100) (3) | (4) (ماص) |
|----------|-----------|-----------|-----------|

سؤال: في تفاعل ما كانت قيمة التغير في المحتوى الحراري (80KJ-)، وطاقة المواد الناتجة (15KJ)، وطاقة المعقد المنشط (150KJ)، جد قيمة كل مما يلي بوحدة (KJ)

- (1) طاقة المواد المتفاعلة
- (2) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي
- (3) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي

الإجابة: -

- | | | |
|----------|-----------|----------|
| (95) (1) | (135) (2) | (55) (3) |
|----------|-----------|----------|

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

سنتعرف في هذا الدرس على العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل وكيف تتحكم هذه العوامل بزيادة سرعة التفاعل، وتكمن أهمية دراسة هذه العوامل الإنتاج كميات كبيرة من ناتج معين بأقل وقت وأقل تكلفة اقتصادية، أو أنها تدرس لتبطيء من حدوث بعض التفاعلات للحفاظ على مواد معينة وتفاعلي تفاعلها قدر الإمكان مثل تعفن الأكل وتلف الدواء وغيرها

سؤال: ما هي العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل

الإجابة: -

العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل

- 1) طبيعة المواد المتفاعلة
- 2) تركيز المواد المتفاعلة
- 3) مساحة السطح المعرضة للتفاعل (للمواد الصلبة)
- 4) درجة الحرارة
- 5) العامل المساعد (الحفاز)

1) طبيعة المواد المتفاعلة

تذكر أن:

النشاط الكيميائي لفلزات عناصر المجموعات الممثلة الأولى والثانية والثالثة تتفاوت في نشاطها حيث، عناصر المجموعة الأولى أكثر نشاطاً من الثانية وهي أكثر نشاطاً من عناصر المجموعة الثالثة

تتفاعل بعض المواد أسرع من غيرها؛ تبعا لنشاطها الكيميائي، فمثلاً؛ الصوديوم أسرع تفاعلاً مع الماء مقارنة بالمغنيسيوم، وذلك لأن الصوديوم أكثر نشاطاً من المغنيسيوم، وأيضاً تفاعل الخارصين مع محلول نترات الفضة أسرع من تفاعل النحاس، وذلك لأن الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس

[2] تركيز المواد المتفاعلة .

سؤال: كيف يزيد سرعة التفاعل بزيادة تركيز إحدى المواد المتفاعلة

الإجابة: -

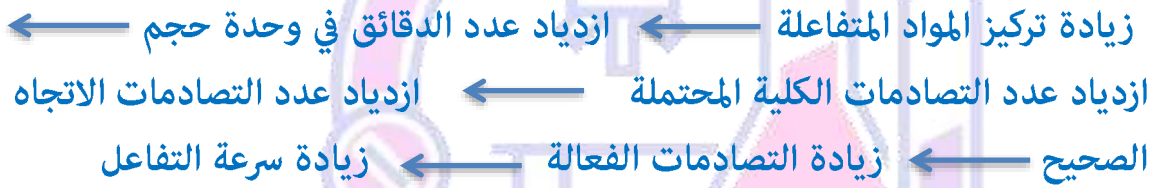
(أ) إن زيادة تركيز أحد المواد المتفاعلة، أو زيادة الضغط بالنسبة للغازات، يعني ذلك زيادة عدد الجزيئات في وحدة الحجم،

(ب) مما يزيد من عدد التصادمات الكلية المحتملة بين المواد المتفاعلة،

(ج) فيزيد بذلك عدد التصادمات بين جسيمات المواد المتفاعلة بعضها مع بعض في الاتجاه الصحيح

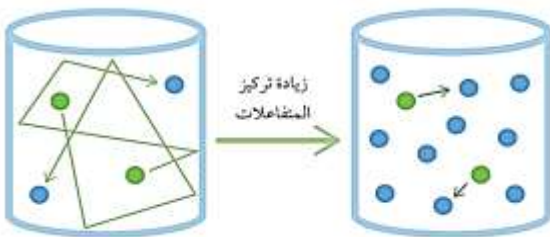
(د) يعني زيادة عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل

يمكن توضيح ذلك بالمخطط التالي



أما بالنسبة للمواد الغازية فأن زيادة ضغط الغاز في المواد الغازية المتفاعلة يؤثر مثل التركيز فزيادة ضغط الغاز يزيد من سرعة التفاعل

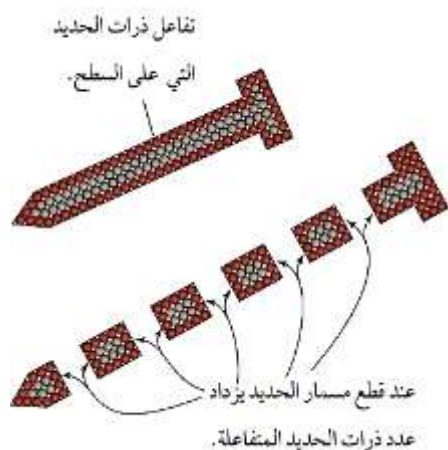
فمثلاً تفاعل كتلة محددة من الخارصين (Zn) مع (20mL) من محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) تركيزه (1M)، يؤدي إلى إنطلاق كمية من غاز الهيدروجين من التفاعل أكبر منها عند تفاعل كتلة الخارصين ذاتها مع (20mL) من محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) تركيزه (0.1M)، في نفس الفترة الزمنية



ومثال آخر فإن سرعة تفاعل المواد مع الأكسجين النقي (O_2) أكبر من سرعة تفاعلها مع الهواء وذلك لأن تركيز الأكسجين النقي أكبر من تركيزه في الهواء، كما في الشكل التالي الذي يبين زيادة عدد تصادمات الجسيمات المتفاعلة بزيادة التركيز

3] مساحة السطح المعرضة للتفاعل (للمواد الصلبة)

يؤدي زيادة مساحة سطح المواد الصلبة المعرضة للتفاعل، إلى زيادة عدد التصادمات الفعالة؛ فتزداد سرعة التفاعل.



عند توفر الكتلة الكبيرة من المادة الصلبة مساحة سطح صغيرة، وعند تجزئتها إلى قطع أصغر أو طحنها على شكل مسحوق؛ تزداد مساحة السطح المعرض للتفاعل، وبهذا؛ فإن الكتلة الكبيرة توفر مساحة سطح أصغر مقارنة بمساحة السطح التي توفرها الكتلة الصغيرة. كما في الشكل التالي

فمثلاً تحترق نشارة الخشب بسرعة أكبر من احتراق قطعة الخشب ذات الكتلة نفسها؛ كما أن تفاعل برادة الحديد مع حمض الهيدروكلوريك أسرع من تفاعل قطعة الحديد التي لها الكتلة ذاتها.

4] درجة الحرارة

سؤال: كيف يزيد سرعة التفاعل بزيادة تركيز إحدى المواد المتفاعلة

الإجابة: -

أ) تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى رفع الطاقة الحركية لجسيمات المواد المتفاعلة

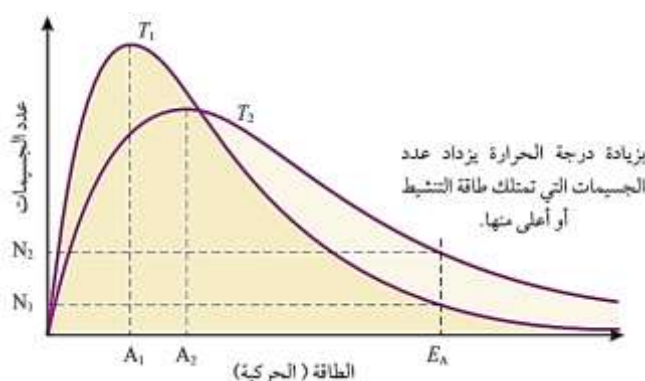
ب) فيزداد متوسط الطاقة الحركية للجزيئات؛

ج) فيزداد عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة تساوي طاقة التنشيط أو أعلى منها؛

د) فيزداد عدد التصادمات الفعالة

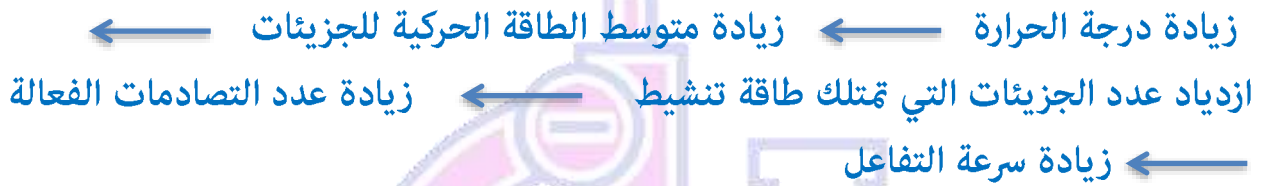
هـ) فتزداد سرعة التفاعل

ويمكن توضيح ذلك من الشكل التالي الذي يبين طاقة الجسيمات ودرجة حرارتها؛



فالمساحة تحت كل منحنى تمثل النسبة المئوية للجسيمات عند درجة حرارة معينة، وبزيادة درجة الحرارة؛ فإن متوسط الطاقة الحركية (A_2) للجسيمات عند درجة الحرارة (T_2) أعلى من متوسط الطاقة الحركية (A_1) عند درجة الحرارة (T_1)، ويمثل الخط المتقطع طاقة التنشيط للتفاعل، وهي لا تتغير بتغير درجة الحرارة؛ أما المنطقة المظللة فتتمثل الجسيمات التي تمتلك طاقة كافية للتفاعل، حيث يكون عددها (N_2) عند درجة حرارة (T_2) أعلى من عددها (N_1) عند درجة الحرارة (T_1)؛ فتزداد سرعة اصطدامها بعضها ببعض، ويزداد بذلك عدد التصادمات الفعالة؛ مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

يمكن تلخيص أثر زيادة درجة الحرارة على سرعة التفاعل كما بالمخطط التالي



سؤال: علل كل مما يلي:

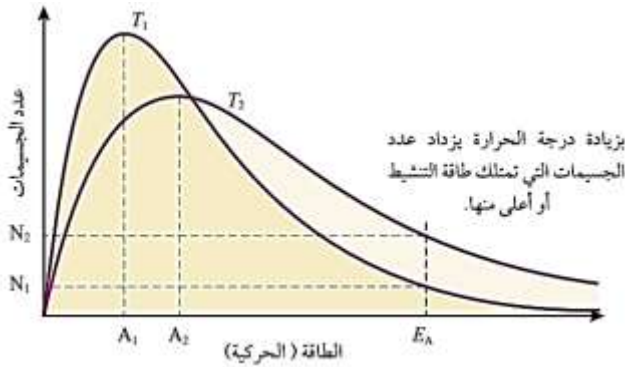
- يتفاعل مسحوق من المغنيسيوم مع حمض مخفف أسرع من تفاعل شريط المغنيسيوم
- تتم عملية طهي الطعام بأواني الضغط أسرع من الأواني العادية
- يحفظ الدواء عند درجة الحرارة التي تنصح بها الشركة المصنعة
- تحفظ المواد الغذائية بالثلاجة

الإجابة: -

- لأن مساحة السطح المعرضة للتفاعل في المسحوق أكبر من مساحة السطح المعرضة للتفاعل في شريط المغنيسيوم وزيادة مساحة السطح المعرضة للتفاعل تعمل على زيادة عدد التصادمات الكلية فيزيد عدد التصادمات ذات التوجه الصحيح والتي بدورها تزيد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل
- لأن أواني الضغط تزيد من درجة الحرارة الماء حتى يغلي، فيزداد من متوسط الطاقة الحركية للجزيئات، وبالتالي تزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط، فيزداد من عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة، فتزداد سرعة التفاعل.
- لنحافظ عليه من التلف فإذا اختلفت درجة الحرارة عن الحرارة التي نصحت بها الشركة قد يزيد من سرعة تفاعل تلف الدواء فيتلف قبل مدة انتهاء الصلاحية

(د) لنحافظ على الأطعمة من التلف، فكلما قلت درجة الحرارة قلت سرعة التفاعل، فتقوم التلاجة بتقليل درجة الحرارة، وبالتالي تقلل من حركة الجزيئات، فيقل من متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المتفاعلة وبالتالي تقل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط، فيقل من عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة، فتقل عدد التصادمات الفعالة فتقل سرعة التفاعل

سؤال: أدرس الشكل التالي ثم أجب عن الأسئلة التالية:



(أ) ماذا يمثل الرموز $(A_2 - A_1 - N_1 - N_2)$

(ب) أي درجات الحرارة أكبر (T_1) أم (T_2)

برر إجابتك

(ج) ما أثر زيادة درجة الحرارة على طاقة

التنشيط

الإجابة: -

(أ) (A_1) متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند (T_1)

(A_2) متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند (T_2)

(N_1) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط عند (T_1)

(N_2) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط عند (T_2)

(ب) (T_2) أكبر من (T_1) لأن متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند (T_2) أكبر منها في

(T_1) ولأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط في (T_2) أكبر منها في (T_1)

(ج) تزداد

5 العامل المساعد (العامل الحفاز)

تعلمنا مما سبق مدى تأثير طاقة التنشيط على سرعة التفاعل ولكن هل لنا أن نقلل تلك الطاقة لزيادة سرعة التفاعل وكمية المواد الناتجة بأقل زمن وتكلفة؟ هذا ما سنعرفه بدور العامل المساعد

سؤال: عرف العامل المساعد

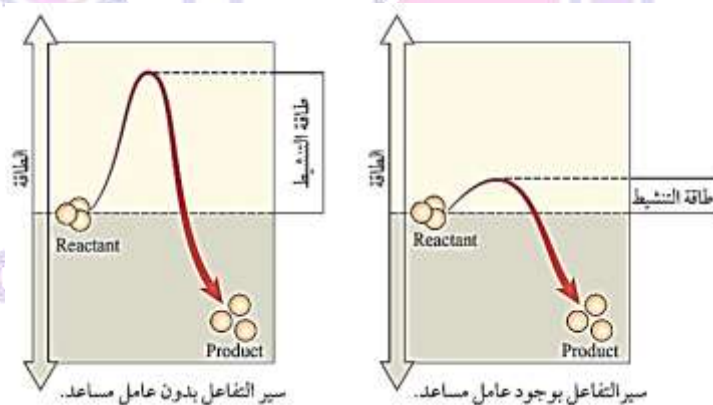
الإجابة: -

مادة تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية، دون أن تستهلك أثناء التفاعل.

😊 **ملاحظات مهمة:** -

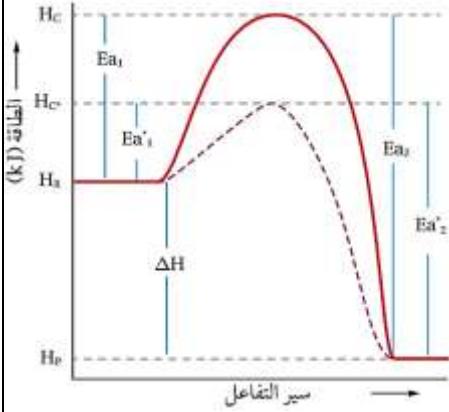
* تستخدم العوامل المساعدة من أجل زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية، عن طريق خفض طاقة تنشيط التفاعل، وبالتالي تقليل الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل

* يعمل العامل المساعد على إيجاد طريق بديل بين المواد المتفاعلة والناتجة بحيث تصبح طاقة التنشيط أقل. كما في الشكل التالي



في الشكل التالي يوضح تفاعلاً كيميائياً لتفاعلاً طارداً للطاقة، حيث يمثل الخط المتصل مسار التفاعل دون وجود عامل مساعد، في حين يمثل الخط المتقطع مسار التفاعل بوجود عامل مساعد، وألاحظ أن طاقة التنشيط للتفاعل بوجود العامل (E_{a1}^*)؛ أقل منها للتفاعل بدون وجود العامل المساعد (E_{a1})، وأن طاقة المواد المتفاعلة والناتجة لا تتأثر بوجود العامل المساعد

يمثل كل رمز ما يلي



- (1) H_C طاقة المعقد المنشط بدون العامل المساعد
- (2) H_C^* طاقة المعقد المنشط بوجود العامل المساعد
- (3) H_R طاقة المواد المتفاعلة
- (4) H_P طاقة وضع المواد الناتجة
- (5) E_{a1} طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون العامل

المساعد

- (6) E_{a1}^* طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد
- (7) E_{a2} طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون العامل المساعد
- (8) E_{a2}^* طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد
- (9) ΔH التغير في المحتوى الحراري

سؤال: ماذا يحدث لطاقة التنشيط للتفاعل (الأمامي أو العكسي) بعد إضافة العامل المساعد؟

الإجابة: -

تقل طاقة التنشيط للتفاعل بعد إضافة العامل المساعد.

سؤال: ماذا يحدث لعدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط للتفاعل بعد إضافة العامل

المساعد؟

الإجابة: -

تزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط بعد إضافة العامل المساعد

سؤال: كيف يؤثر إضافة العامل المساعد على سرعة التفاعل الأمامي والعكسي؟؟

الإجابة: -

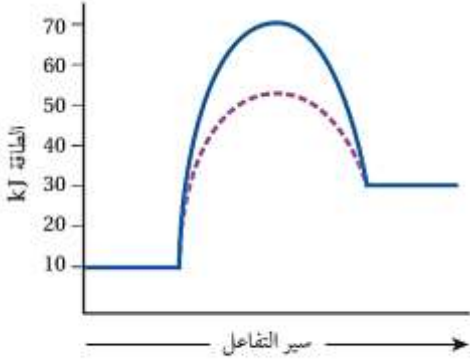
طاقة وضع المعقد المنشط بوجود العامل المساعد قد قلت وهذا يدل على أن طاقة التنشيط لكلا التفاعلين الأمامي والعكسي بوجود العامل المساعد تقل وهو ما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل الكيميائي الأمامي والعكسي

سؤال: لماذا لا يتأثر التغير في المحتوى الحراري بعد إضافة العامل المساعد؟

الإجابة: -

لأن طاقة المواد المتفاعلة والمواد الناتجة لم تتغير بعد إضافة العامل المساعد، وأن مقدار النقص في طاقة تنشيط العكسي والأمامي بنفس المقدار، فيبقى التغير بينهما مقدراً ثابتاً

سؤال: يبين الشكل سير تفاعل ما بوجود العامل المساعد ودون وجوده: أستنتج من الشكل؛
بوحد (KJ)



- (1) طاقة المواد المتفاعلة (H_R)
- (2) طاقة ضع المواد الناتجة (H_P)
- (3) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون العامل المساعد (E_{a1})
- (4) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد (E_{a1}^*)

- (5) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون العامل المساعد (E_{a2})
- (6) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد (E_{a2}^*)
- (7) طاقة المعقد المنشط بوجود العامل المساعد (H_C^*)
- (8) التغير في المحتوى الحراري (ΔH)

الإجابة: -

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (10) (1) | (30) (2) | (60) (3) |
| (40) (4) | (40) (5) | (20) (6) |
| (70) (7) | (20) (8) | |

سؤال: في تفاعل ما، كان التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ($-40KJ$)، وطاقة المواد المتفاعلة ($70KJ$)، وطاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد ($110KJ$)، وطاقة المعقد المنشط بوجود العامل المساعد ($80KJ$)، أحسب

- (1) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون العامل المساعد (E_{a2})
- (2) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد (E_{a1}^*)
- (3) طاقة المعقد المنشط بدون وجود العامل المساعد (H_C)
- (4) هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة

الإجابة: -

- | | | | |
|-----------|----------|-----------|-------------|
| (150) (1) | (10) (2) | (180) (3) | (4) (طاردة) |
|-----------|----------|-----------|-------------|

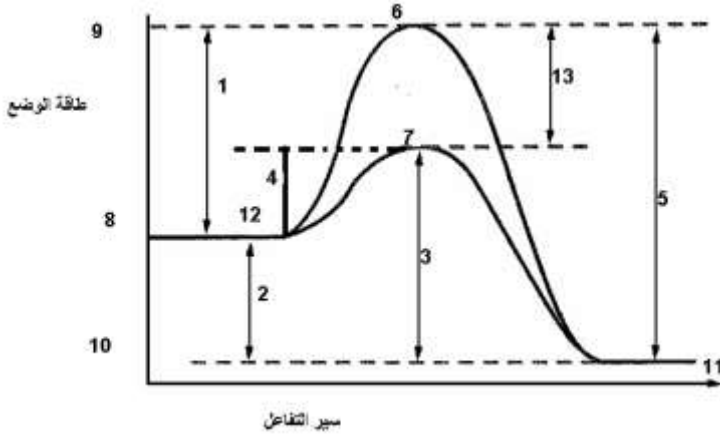
سؤال: تفاعل افتراضي فيه طاقة المواد المتفاعلة (110KJ)، وطاقة المواد الناتجة (80KJ)، وطاقة المعقد المنشط دون عامل مساعد (180KJ)، وطاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد (140KJ)، أحسب

- (1) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون العامل المساعد (E_{a2})
- (2) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد (E_{a1}^*)
- (3) التغير في المحتوى الحراري (ΔH)
- (4) هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة

الإجابة: -

- (1) (100) (2) (30) (3) (-30) (4) (طارد)

سؤال: في الشكل التالي بين إلى ماذا تشير الأرقام من (1) إلى (13)



- (1) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود عامل مساعد (E_{a1})
- (2) التغير في المحتوى الحراري (ΔH)
- (3) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد (E_{a2}^*)

- (4) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد (E_{a1}^*)
- (5) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون وجود عامل مساعد (E_{a2})

- (6) المعقد المنشط بدون عامل مساعد
- (7) المعقد المنشط بوجود عامل مساعد

(8) طاقة وضع المواد المتفاعلة

(9) طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد

(10) طاقة وضع المواد الناتجة

(11) المواد الناتجة

(12) المواد المتفاعلة

(13) مقدار النقص في طاقة التنشيط للمعقد المنشط بعد استخدام العامل المساعد

😊 ملاحظة من الرسم السابق: -

إن طاقة المعقد المنشط قد قلت بعد استخدام العامل المساعد، أي أنه قل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي وقل طاقت التنشيط للتفاعل العكسي، وهذا ما يعمل على زيادة في سرعة التفاعل الأمامي وزيادة سرعة التفاعل العكسي.

سؤال: ما أثر إضافة العامل المساعد على كل من:

- | | |
|------------------------------------|--|
| (1) طاقة وضع المتفاعلات | (2) طاقة وضع النواتج |
| (3) التغير في المحتوى الحراري | (4) طاقة وضع المعقد المنشط |
| (5) طاقة التنشيط الأمامي أو العكسي | (6) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط |
| (7) زمن ظهور النواتج | (8) سرعة التفاعل |

الإجابة: -

- | | |
|----------------|----------------|
| (1) تبقى ثابتة | (2) تبقى ثابتة |
| (3) تبقى ثابتة | (4) تبقى ثابتة |
| (5) تقل | (6) تزداد |
| (7) يقل | (8) يزداد |

يمكن تلخيص أثر العامل المساعد على سرعة التفاعل كما بالمخطط التالي

إضافة العامل المساعد ← يقلل طاقة وضع المعقد المنشط ← يقل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي والعكسي ← فيزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط ← فيزداد عدد التصادمات الفعالة ← فتزداد سرعة التفاعل

سؤال: ادرس التفاعل التالي $A + 2B \xrightarrow{50KJ} 3C$

إذا علمت أن طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد تساوي (40KJ)، وأن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد (150KJ)، وطاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد (140KJ)، أجب عما يلي

- احسب مقدار طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود عامل مساعد.
- احسب مقدار التغير في المحتوى الحراري.
- احسب مقدار طاقة وضع المتفاعلات وطاقة وضع النواتج.
- احسب مقدار طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد.
- احسب مقدار طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.
- ما تأثير إضافة العامل المساعد على عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط.

(7) هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة.

(8) أيها أسرع تكون المادة (C) أم تفككها؟ فسر إجابتك.

الإجابة: -

(1) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود عامل مساعد = 100KJ

(2) التغير في المحتوى الحراري = -50KJ

(3) طاقة وضع المتفاعلات = 100KJ وطاقة وضع النواتج = 50KJ

(4) طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد = 200KJ

(5) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد 90KJ

(6) تزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط بعد إضافة العامل المساعد

(7) طارد للطاقة

(8) تكونها لأن طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي أقل من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

سؤال: إذا كانت قيم طاقات الوضع (KJ) لتفاعل افتراضي هي:

المواد المتفاعلة (110)، والمواد الناتجة (80)، والمعقد المنشط من دون عامل مساعد (180)، والمعقد المنشط بوجود عامل مساعد (140)، فأجب عن الأسئلة الآتية:

(1) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي من دون عامل مساعد

(2) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد

(3) ما قيمة ΔH للتفاعل

(4) ما أثر إضافة العامل المساعد للتفاعل في طاقة وضع المواد المتفاعلة

الإجابة: -

(1) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي من دون عامل مساعد = (100KJ)

(2) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد = (30KJ)

(3) ΔH للتفاعل = (-30KJ)

(4) أثر إضافة العامل المساعد للتفاعل لا تؤثر في طاقة وضع المواد المتفاعلة (تبقى ثابتة).

سؤال: في تفاعل ما كان طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي تساوي (90KJ) وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي (30KJ) وطاقة المواد الناتجة (110KJ) وكان التغير في المحتوى الحراري للتفاعل خمس أضعاف النقص في طاقة التنشيط عند استخدام العامل المساعد، ما

قيمة كل من يلي

(1) طاقة المواد المتفاعلة

(2) طاقة المعقد المنشط بوجود العامل المساعد

(3) طاقة المعقد المنشط بدون وجود العامل المساعد

(4) ΔH للتفاعل

(5) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد

(6) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد

الإجابة: -

(3) (128)

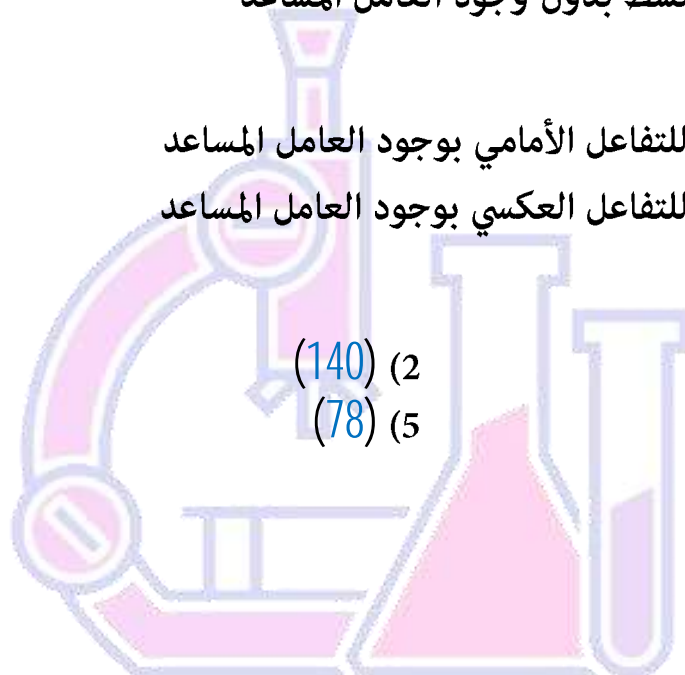
(6) (18)

(2) (140)

(5) (78)

(1) (50)

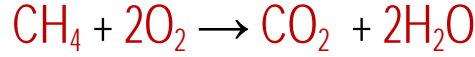
(4) (60)



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

أثر العامل المساعد على موضع الاتزان

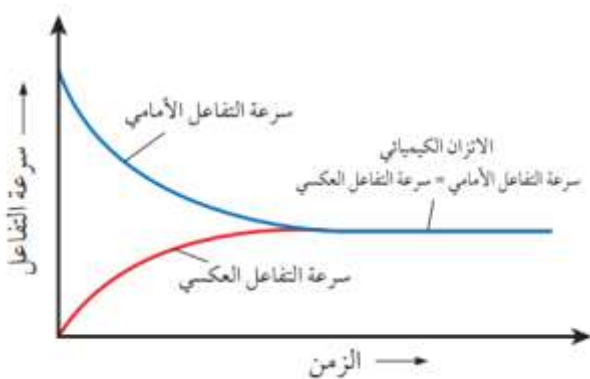
درست سابقاً؛ أن بعض التفاعلات الكيميائية تحدث في اتجاه واحد فقط يسمى الاتجاه الأمامي، ويطلق على هذا التفاعل؛ تفاعل غير منعكس، ومثال ذلك احتراق غاز الميثان بوجود الأكسجين، كما هو موضح في المعادلة الآتية



هناك تفاعلات كيميائية تحدث في الاتجاهين الأمامي والعكسي؛ فبمجرد تحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة؛ فإن المواد الناتجة تتفاعل في ما بينها لتعيد تكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى، ويطلق على هذا التفاعل؛ تفاعل منعكس، تتصف التفاعلات المنعكسة بأنها في حالة اتزان كيميائي، مما يعني أن سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي، ويستمر التفاعل بالحدوث في الاتجاهين الأمامي والعكسي، وفي اللحظة التي تتساوى فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي يكون التفاعل قد وصل إلى موضع الاتزان

سؤال: في عرف الاتزان الديناميكي
الإجابة: -

حاله لا يبدي فيها النظام أي تغير حيث يكون سرعة التفاعل الأمامي وسرعة التفاعل العكسي متساوية وتثبت كميات المواد المتفاعلة والناتجة وتسمى هذه النقطة موضع الاتزان



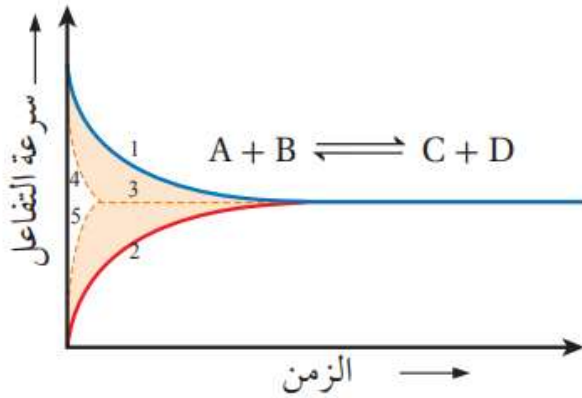
في الشكل التالي يوضح تغير سرعة التفاعل مقابل الزمن

سؤال: هل يؤثر إضافة العامل المساعد على موضع الاتزان
الإجابة: -

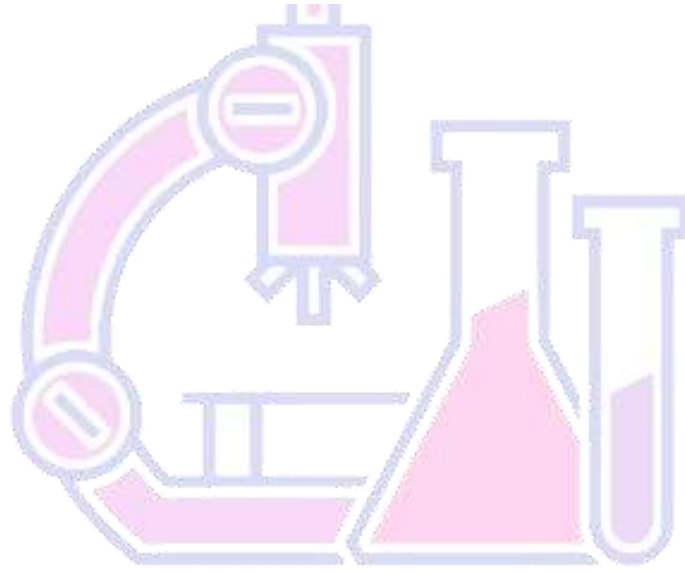
يعمل العامل المساعد على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي في الاتجاهين الأمامي والعكسي؛ ذلك أنه يقلل من طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل.

فعند إضافة عامل مساعد إلى وعاء التفاعل في حالة الاتزان؛ فإن موضع الاتزان لا يتأثر، إنما تزداد سرعة وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، ويقل الزمن اللازم لذلك.

أنظر الشكل الذي يوضح أثر العامل المساعد في حالة التوازن.



- 1 . سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد.
- 2 . سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد.
- 3 . حالة الاتزان الكيميائي.
- 4 . سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد.
- 5 . سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.



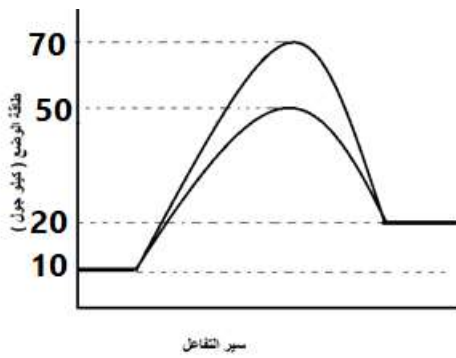
المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال [1]: فسر كلاً مما يأتي:

- (أ) يتم حرق نشارة الخشب بسرعة أكبر من حرق قطعة من الخشب لها الكتلة نفسها.
 (ب) لا تؤدي معظم التصادمات بين دقائق المواد المتفاعلة إلى حدوث تفاعل.
 (ج) عند خلط مسحوقين في من نترات الفضة وكلوريد الصوديوم يتفاعل بصورة أسرع من خلطهما وهما على شكل قطع.

سؤال [2]: أدرس الشكل الآتي الذي يبين التفاعل بوجود عامل مساعد ومن دونه. ثم أجب عن



الأسئلة التي تليه: $E + B \rightarrow C + D$

(أ) ما قيمة كل مما يأتي:

- (1) طاقة وضع كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟
 (2) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي من دون عامل مساعد؟

(3) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي مع عامل مساعد؟

(4) طاقة وضع المعقد المنشط من دون عامل مساعد؟

(ب) هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة؟

سؤال [3]: بين أثر رفع درجة الحرارة في سرعة التفاعل. وفسر هذا الأثر على نظرية التصادم.

سؤال [4]: اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(1) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بسرعة التفاعل الكيميائي:

- (أ) تبقى ثابتة من بداية التفاعل حتى نهايته.
 (ب) لا تتأثر بالتركيز.
 (ج) لا تتأثر بدرجة الحرارة.
 (د) تتناقص مع الزمن.

(2) التفاعل المتزن بعد لإضافة عامل مساعد له فإن:

- (أ) لا يتأثر موضع الاتزان
 (ب) يتأثر موضع الاتزان
 (ج) يقل سرعة التفاعل الأمامي
 (د) يقل سرعة التفاعل العكسي

(3) يمثل قانون السرعة العلاقة بين:

- (أ) سرعة التفاعل ودرجة الحرارة.
 (ب) الطاقة والتركيز.
 (ج) درجة الحرارة والتركيز.
 (د) سرعة التفاعل والتركيز وثابت السرعة.

- (4) يعمل العامل المساعد في التفاعل المتزن على
 (أ) يغير موضع الاتزان
 (ب) يزيد الزمن اللازم للوصول لموضع الاتزان
 (ج) يزيد من سرعة التفاعل المتزن
 (د) يزيد من قيمة ثابت الاتزان
- (5) تزيد سرعة التفاعل عند رفع درجة الحرارة بسبب:
 (أ) زيادة طاقة المواد الناتجة.
 (ب) زيادة طاقة المعقد المنشط.
 (ج) زيادة عدد التصادمات الفعالة.
 (د) نقصان طاقة التنشيط.
- (6) إضافة العامل المساعد للتفاعل. تؤدي إلى:
 (أ) رفع طاقة المعقد المنشط.
 (ب) خفض طاقة المواد الناتجة.
 (ج) التقليل من طاقة التنشيط.
 (د) زيادة سرعة التفاعل الأمامي وليس العكسي.
- (7) أي التفاعلات الآتية ينتج كمية أكبر من غاز H_2 ؟
 (أ) تفاعل قطعة من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه (1M)
 (ب) تفاعل مسحوق من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه (1M)
 (ج) تفاعل مسحوق من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه (0.1M)
 (د) تفاعل قطعة من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه (0.5M)
- (8) إذا كان قانون السرعة للتفاعل الافتراضي $D + E \rightarrow Z$ هو :
 $R = k [E]^2 [D]^1$ وعند مضاعفة تركيز E ثلاث مرات وتركيز D مرتين فأن سرعة التفاعل تتضاعف بمقدار:

(ب) 9 مرات

(أ) 12 مرة

(د) 3 مرات

(ج) 6 مرات

سؤال [5]: ما أثر إضافة العامل المساعد في كل من:

(طاقة التنشيط للتفاعل العكسي، المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH), طاقة المواد المتفاعلة)

الإجابات

سؤال [1]:

(أ) في نشارة الخشب تكون مساحة السطح المعرضة للتفاعل أكبر من قطعة الخشب وبذلك يكون عدد التصادمات الكلي بين المواد المتفاعلة في نشارة الخشب أكبر فيزيد من عدد التصادمات الفعالة ويؤدي ذلك إلى زيادة سرعة التفاعل وهي احتراق النشارة.

(ب) لأن معظم المواد المتفاعلة التي تتصادم قد لا تمتلك طاقة تنشيط لحدوث التفاعل أو أن اتجاه التصادم غير مناسب وبكلا الحالتين يكون التصادم بينهما غير فعال ولا يؤدي إلى تكون نواتج.

(ج) لأن مساحة السطح المعرضة للتفاعل في المساحيق تزيد من فرصة حدوث التصادمات الكلية بين المواد المتفاعلة ويؤدي ذلك إلى زيادة فرصة حدوث تصادمات فعالة فيزيد ذلك من سرعة التفاعل.

سؤال (2):

(أ) طاقة وضع المواد المتفاعلة = 10

طاقة وضع المواد الناتجة = 20

70 (4

30 (3

60 (2

(ب) ماص للطاقة.

سؤال (3):

تزداد سرعة التفاعل برفع درجة الحرارة، والسبب في ذلك أن زيادة درجة الحرارة سوف تؤدي إلى زيادة متوسط الطاقة الحركية للجزيئات وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط، وبالتالي يزداد من عدد التصادمات الفعالة، فيؤدي ذلك إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي

سؤال (4):

رقم الفرع	1	2	3	4	5	6	7	8
رمز الإجابة	د	أ	د	ج	ج	ج	ب	أ

سؤال (5):

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (تقل)

المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH) (لا يتأثر)

طاقة المواد المتفاعلة (لا يتأثر)

مراجعة الدرس

سؤال [1]: أشرح كيف تفسر نظرية التصادم حدوث التفاعل الكيميائي

سؤال [2]: أشرح المقصود بكل من: طاقة التنشيط، العامل المساعد

سؤال [3]: أفسر أثر كل مما يأتي في سرعة التفاعل الكيميائي:

(تركيز المواد المتفاعلة، درجة الحرارة، العامل المساعد، مساحة سطح المواد المتفاعلة)

سؤال [4]: أستنتج من البيانات الواردة في الجدول الآتي:

البيانات	طاقة وضع المواد الناتجة	التغير في المحتوى الحراري	طاقة وضع المعقد المنشط بوجود العامل المساعد	طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون عامل مساعد
الطاقة (KJ)	50	+ 20	70	110

أ) قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة

ب) قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد

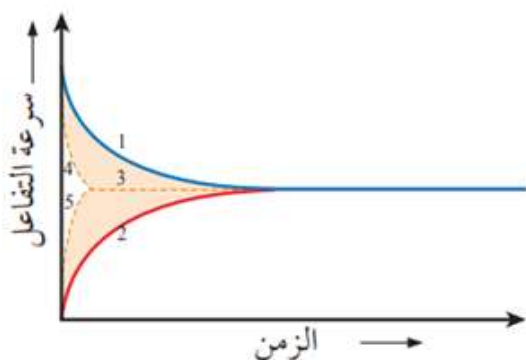
ج) قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي دون عامل مساعد

د) قيمة طاقة المعقد المنشط للتفاعل دون عامل مساعد

هـ) هل التفاعل ماص للحرارة أم طارد لها؟

و) طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد

مساعد



سؤال [5]: إلام تشير الأرقام المبينة في الشكل المجاور

سؤال [6]: أي من الآتية يؤثر فيها العامل المساعد

(طاقة المواد المتفاعلة، طاقة التنشيط للتفاعل العكسي، طاقة المعقد المنشط، التغير في

المحتوى الحراري للتفاعل، زمن حدوث التفاعل، موضع الاتزان)

الإجابات

سؤال (1):

تفترض نظرية التصادم، أن جسيمات المواد المتفاعلة يجب تصادمها بالاتجاه الصحيح وتمتلك طاقة كافية، حتى يحدث بين المواد المتفاعلة تفاعل

سؤال (2):

طاقة التنشيط: تفترض نظرية التصادم، أن جسيمات المواد المتفاعلة يجب تصادمها بالاتجاه الصحيح وتمتلك طاقة كافية، حتى يحدث بين المواد المتفاعلة تفاعل

العامل المساعد: مادة تزيد من سرعة التفاعل دون أن تستهلك

سؤال (3):

تركيز المواد المتفاعلة: إن زيادة تركيز أحد المواد المتفاعلة يعني زيادة عدد الدقائق في وحدة الحجم مما يزيد من فرصة حدوث تصادم بالاتجاه الصحيح فيزداد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

درجة الحرارة: إن زيادة درجة الحرارة يعني زيادة متوسط الطاقة الحركية للجزيئات مما يزيد من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط فيزيد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

العامل المساعد: يوفر مسار أسهل للمواد المتفاعلة فيقل طاقة التنشيط مما يزيد من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط فيزيد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

مساحة السطح: إن زيادة مساحة السطح المعرضة للتفاعل يعني يزيد من فرصة حدوث تصادمات بين المواد المتفاعلة مما يزيد من فرصة حدوث تصادم بالاتجاه الصحيح فيزداد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

سؤال (4):

- | | |
|-----------|-----------|
| (أ) (30) | (ب) (20) |
| (ج) (130) | (د) (160) |
| (هـ) ماص | (و) (40) |

سؤال (5):

- 1) سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد
- 2) سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد
- 3) موضع الاتزان بوجود عامل مساعد
- 4) سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد
- 5) سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد

سؤال (6):

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي و طاقة المعقد المنشط و زمن حدوث التفاعل



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

مراجعة الوحدة

سؤال (1): أوضح المقصود بكل من:

(طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي - الرتبة الكلية للتفاعل - سرعة التفاعل الكيميائي)

سؤال (2): أفسر ما يأتي:

(أ) زيادة سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة

(ب) زيادة سرعة التفاعل بإضافة العامل المساعد

سؤال (3): يبين الجدول المجاور تراكيز مواد افتراضية خلال مدد زمنية

مختلفة

(أ) أستنتج في ما إذا كانت المادة متفاعلة أم ناتجة؟ برر ذلك

(ب) أحسب معدل سرعة التفاعل خلال الفترة الزمنية (2-0)

(ج) أتوقع كم يصبح تركيز المادة عند الزمن (9s) (أكبر أم أقل

من 2)؟ فسر إجابتك

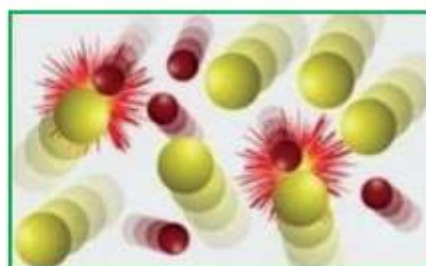
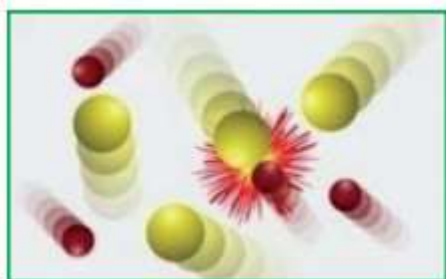
الزمن (s)	التركيز (M)
0	6
2	4
5	2
9	؟

سؤال (4): في التفاعل الافتراضي الآتي: $A + 2B \rightarrow 3C$ أحسب معدل سرعة تكوين المادة (C)،

علماً أن معدل سرعة استهلاك المادة (B) يساوي $(0.12M.s^{-1})$

سؤال (5): يمثل الشكلان تفاعلين في ظرفين مختلفين، أستنتج أي الشكلين يمثل التفاعل الأسرع،

وحدد العامل المؤثر في سرعة هذا التفاعل



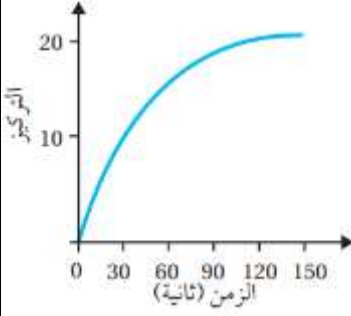
سؤال [6]: يمثل الرسم البياني العلاقة بين الزمن وتركيز مادة في تفاعل

كيميائي

(أ) أحدد الزمن اللازم لإتمام التفاعل

(ب) أحسب سرعة التفاعل في المدة الزمنية (30 - 90)

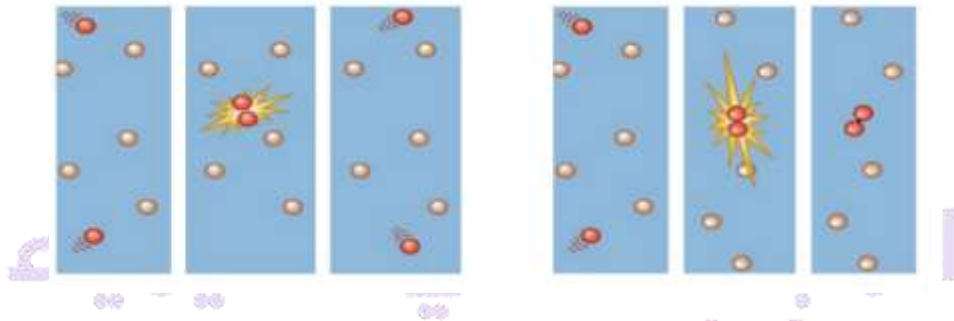
(ج) أستنتج هل المادة متفاعلة أم ناتجة



سؤال [7]: أستنتج قانون سرعة التفاعل من المعلومات الواردة في الجدول الآتي

التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية $M.s^{-1}$
1	0.01	0.02	0.1
2	0.02	0.02	0.4
3	0.01	0.04	0.2

سؤال [8]: أستنتج من الشكل الآتي العامل المؤثر في حدوث التفاعل الكيميائي ثم أفسر إجابتي



سؤال [9]: يمثل الشكل الآتي سير تفاعل بوجود عامل مساعد ودون عامل مساعد أحدد على

الشكل كل من

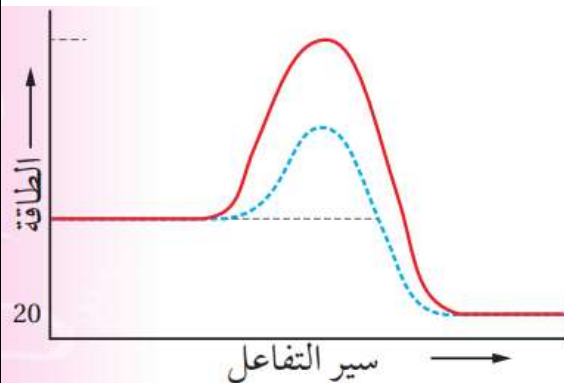
(طاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد -

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل

مساعد - التغير في المحتوى الحراري - الانخفاض

في طاقة المعقد المنشط نتيجة إضافة العامل

(المساعد)



سؤال (10): جمعت البيانات الآتية للتفاعل $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

التجربة	$[N_2]$ M	$[H_2]$ M	السرعة الابتدائية $M.s^{-1}$
1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.1	0.4
3	0.2	0.2	0.8

(أ) اكتب الصيغة العاملة لقانون سرعة التفاعل

(ب) اكتب قانون سرعة التفاعل

(ج) جد قيمة k ووحدتها

سؤال (11): جمعت البيانات الآتية للتفاعل $A + B + C \rightarrow D + 2E$

التجربة	$[A]$ M	$[B]$ M	$[C]$ M	السرعة الابتدائية $M.s^{-1}$
1	0.04	0.04	0.03	0.03
2	0.08	0.08	0.03	0.24
3	0.08	0.04	0.03	0.12
4	0.08	0.04	0.06	0.12

(أ) اكتب الصيغة العاملة لقانون سرعة التفاعل

(ب) اكتب قانون سرعة التفاعل

(ج) جد قيمة k ووحدتها

سؤال [12]: أختار الإجابة الصحيحة لكلّ فقرة في ما يأتي:

(1) في التفاعل الافتراضي: $2A + 2B \rightarrow 4D$ إذا كان رتبة التفاعل للمادة A تساوي 2 وثابت سرعة التفاعل $k = 0.1M^{-1}s^{-1}$ فإن رتبة التفاعل للمادة B تساوي

- (أ) 0 (ب) 1 (ج) 2 (د) 3

(2) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالعامل المساعد:

(أ) يزيد من طاقة التنشيط. (ب) يقلل من طاقة المعقد المنشط.

(ج) يقلل المحتوى الحراري للتفاعل (د) يزيد من طاقة الوضع للنواتج

(3) عند زيادة مساحة سطح المواد المتفاعلة المعرضة للتفاعل عند الظروف نفسها فإن العبارة الصحيحة:

(أ) تقل سرعة التفاعل (ب) تزيد التركيز

(ج) تزيد عدد التصادمات الفعالة (د) تقلل درجة الحرارة

(4) إذا كانت طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (70KJ) وكان التغير في المحتوى الحراري (-50KJ) فإن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي تساوي بوحدة (KJ):

- (أ) 20 (ب) 50 (ج) 70 (د) 120

(5) في تفاعل ما تؤدي زيادة درجة حرارة التفاعل إلى:

(أ) زيادة طاقة التنشيط (ب) تقل سرعة التفاعل

(ج) تزيد عدد التصادمات الفعالة (د) تقلل متوسط الطاقة الحركية

(6) وجد في التفاعل الافتراضي أن مضاعفة تركيز A لا يؤثر في سرعة التفاعل وأن مضاعفة تركيز B (3) مرات ضاعفة سرعة التفاعل (9) مرات فيكون قانون سرعة التفاعل:

(أ) $R = k [B]^2$ (ب) $R = k [A]^1 [B]^1$

(ج) $R = k [A]^2 [B]^1$ (د) $R = k [A]^2$

7) في تفاعل ما كانت طاقة التنشيط في التفاعل الأمامي (70) وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي (50) فإن قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل تساوي:

- (أ) +20 (ب) -20 (ج) +120 (د) -120

8) في تفاعل فلز المغنيسيوم مع الماء أبطئ من تفاعل فلز الصوديوم في نفس الظروف ويعود ذلك إلى

- (أ) درجة الحرارة (ب) طبيعة المتفاعلات
(ج) التركيز (د) العامل المساعد

في تجربة ما جرى الحصول على البيانات عند درجة حرارة معينة لتفاعل المادة A و B أجب عن الأسئلة التالية (9 - 10)

التجربة	الزمن (s)	[A] M	[B] M
1	10	0.1	0.08
2	20	0.06	0.04
3	30

9) استنتج معدل سرعة تفاعل المادة في الفترة الزمنية (10-20) بوحدة mol/L.s :

- (أ) 0.4 (ب) 0.04 (ج) 0.004 (د) 0.0004

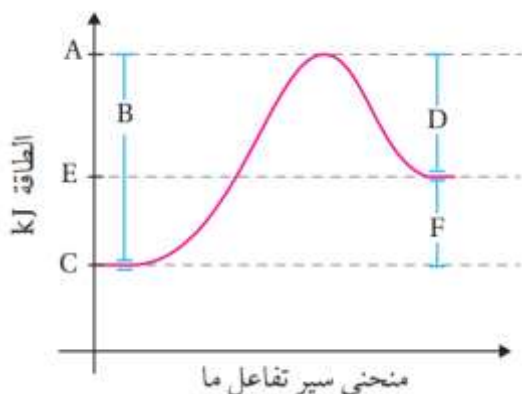
10) استنتج أي التراكيز الآتية يعد صحيحاً للمادتين A و B في التجربة رقم 3

- (أ) [A]=0.03M | [B]=0.07M (ب) [A]=0.08M | [B]=0.01M
(ج) [A]=0.04M | [B]=0.03M (د) [A]=0.09M | [B]=0.08M

سؤال (13): يبين الشكل الآتي تغير الطاقة خلال سير التفاعل أدرس الشكل وأجيب عن الأسئلة

التي تليه

(1) ما الرمز الذي يمثل كلاً من



(أ) طاقة وضع المواد المتفاعلة

(ب) طاقة وضع المواد الناتجة

(ج) طاقة وضع المعقد المنشط

(د) التغير في المحتوى الحراري

(هـ) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي

(و) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

(2) هل التفاعل طارداً أم ماصاً للطاقة، ولماذا؟

سؤال (13): اعتماداً على البيانات في الجدول الآتي لتفاعل ما، أجيب عن الأسئلة أدناه

سير التفاعل	طاقة وضع المواد الناتجة	طاقة وضع المعقد المنشط	طاقة التنشيط للتفاعل العكسي	طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي
دون عامل مساعد	أ	ب	170	ج
وجود عامل مساعد	40	150	د	80

(1) ما قيمة كل من الرموز (أ - ب - ج - د):

(2) هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة

الإجابات

سؤال (1):

طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي: الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن تمتلكها المواد المتفاعلة حتى يحدث بينها تفاعل

الرتبة الكلية للتفاعل: مجموع رتب المواد المتفاعلة

سرعة التفاعل: التغير في كمية أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في فترة من الزمن

سؤال (2):

(أ) زيادة درجة الحرارة يعني زيادة متوسط الطاقة الحركية للجزيئات مما يزيد من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط فيزيد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

(ب) يوفر مسار أسهل للمواد المتفاعلة فيقل طاقة التنشيط مما يزيد من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط فيزيد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

سؤال (3):

(أ) المادة متفاعلة، لأن تركيزها يقل مع مرور الزمن

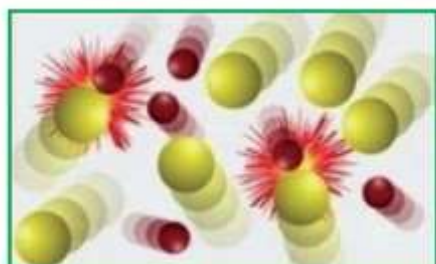
$$R = - \Delta [] / \Delta t = 2/2 = 1M/s \text{ (ب)}$$

(ج) أقل من 2 لأنها المادة متفاعلة، تركيزها يقل مع مرور الزمن

سؤال (4):

$$\Delta [C] / \Delta t = (3/2) - \Delta [B] / \Delta t = 0.12 \times 3/2 = 0.18M/s$$

سؤال (5):



الشكل الذي له تفاعل أسرع، ويثر فيه عامل
زيادة تركيز المواد المتفاعلة

سؤال (6):

(أ) 150s

(ب) $R = - \Delta [] / \Delta t = (20-10)/(90-30) = 0.167 \text{ M/s}$

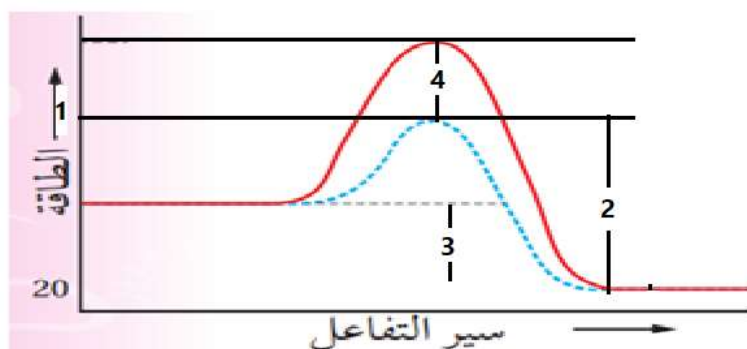
(ج) مادة ناتجة

سؤال (7):

$$R = k [A]^2 [B]$$

سؤال (8):

درجة الحرارة، لعدم امتلاك الشكل الأول طاقة كافية لحدوث تفاعل وفي الشكل ثاني زاد الطاقة بزيادة درجة الحرارة فحدث بينهما تفاعل



سؤال (9): الأرقام على ترتيب الخيارات

في الشكل

سؤال (10): (أ) $R = k [H_2]^x [N_2]^y$

(ب) $R = k [H_2]^1 [N_2]^1$

(ج) $k = R / [H_2]^1 [N_2]^1 = 0.1/0.01 = 10 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$

سؤال (11): جمعت البيانات الآتية للتفاعل $A + B + C \rightarrow D + 2E$

(أ) $R = k [A]^x [B]^y [C]^z$

(ب) $R = k [A]^2 [B]^1$

(ج) $k = R / [A]^2 [B]^1 = 0.24/0.08 \times (0.08)^2 = 4.7 \times 10^2 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$

سؤال (12):

الفرع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الرمز	أ	ب	ج	أ	ج	أ	أ	ب	ج	ج

سؤال (13):

(1

C (أ

A (ج

B (هـ

E (ب

F (د

D (و

(2) ماص للطاقة لأن طاقة النواتج أعلى من طاقة المتفاعلات

سؤال (13):

(1

40 (أ

140 (ج

210 (ب

110 (د

(2) طارد للطاقة

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

بعض الأسئلة الوزارية

سؤال: 2019 نظاميون

(أ) يبين الجدول التالي بيانات تفاعل افتراضي عند درجة حرارة معينة $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ إذا علمت أن رتبة التفاعل الكلي = (3)، ادرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

رقم التجربة	$[A_2]$ (M)	$[B_2]$ (M)	سرعة التفاعل (M/s)
1	0.1	0.1	0.4×10^{-2}
2	0.3	0.1	1.2×10^{-2}
3	0.3	0.4	س

(1) ما رتبة التفاعل للمادة A_2 (2) ما رتبة التفاعل للمادة B_2

(3) اكتب قانون سرعة التفاعل

(4) ما قيمة ثابت سرعة التفاعل

(5) احسب سرعة التفاعل في التجربة رقم

(3)

(ب) فسر: يتم حرق نشارة الخشب بسرعة أكبر من حرق قطعة من الخشب لها الكتلة نفسها.

(ج) في التفاعل الافتراضي $A_2 + B_2 \xrightarrow{C} 2AB + 20KJ$ ، إذا علمت أن طاقة وضع المواد المتفاعلة = (60KJ)، وعند استخدام العامل المساعد C كتلته (3g)، انخفضت طاقة وضع المعقد المنشط بمقدار (40KJ) لتصبح (80KJ)، أجب عن الأسئلة الآتية:

(1) ما قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بدن العامل المساعد

(2) ما قيمة طاقة وضع المواد الناتجة

(3) ما قيمة التغير في المحتوى الحراري ΔH للتفاعل

(4) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد

(5) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود العامل المساعد

(6) هل التفاعل السابق ماص أم طارد للطاقة

(7) ما مقدار كتلة العامل المساعد C عند نهاية التفاعل

الإجابة: -

(أ)

(1) (1)

(2) (2)

$$R = K [A_2]^1 [B_2]^2 \quad (3)$$

$$4 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1} \quad (4)$$

$$0.192 \text{ M/s} \quad (5)$$

(ب) لأن نشارة الخشب مساحة السطح المعرضة للتفاعل تكون أكبر منها في قطعة الخشب، وكلما زادت مساحة السطح المعرضة للتفاعل زاد عدد التصادمات الكلية، فيزداد عدد التصادمات الفعالة، فيزداد سرعة التفاعل.

(ج)

(1) (120)

(2) (40)

(3) (20) وإشارتها سالبة

(4) (40)

(5) (60)

(6) طارد

(7) 3g

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

سؤال: 2019 تكميلي

(أ) في التفاعل الافتراضي العام $A + 2B \longrightarrow 3C + D$ إذا علمت أن قيمة ثابت سرعة للتفاعل عند درجة حرارة معينة $= (2 \times 10^{-3} \text{M}^{-1}\text{s}^{-1})$ ، وأن سرعة التفاعل لا تتأثر بتركيز المادة (B)، أجب عن الأسئلة الآتية:

- (1) ما الرتبة الكلية للتفاعل
- (2) اكتب قانون السرعة
- (3) احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = [B] = (0.1\text{M})$
- (ب) ما أثر زيادة درجة الحرارة في كل من:

- (1) طاقة المعقد المنشط للتفاعل (تزداد، تقل، تبقى ثابتة)
- (2) سرعة التفاعل (تزداد، تقل، تبقى ثابتة)
- (3) زمن ظهور النواتج (تزداد، تقل، تبقى ثابتة)
- (ج) يبين الجدول التالي بيانات تفاعل افتراضي عند درجة حرارة معينة $A_2 + B_2 \longrightarrow 4C$ ، ادرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

رقم التجربة	$[A_2]$ (M)	$[B_2]$ (M)	سرعة التفاعل (M/s)
1	0.2	0.1	1×10^{-4}
2	0.4	0.1	2×10^{-4}
3	0.2	0.2	2×10^{-4}

- (1) ما رتبة التفاعل للمادة A_2
- (2) ما رتبة التفاعل للمادة B_2
- (3) ما قيمة ثابت سرعة التفاعل
- (4) احسب سرعة التفاعل عندما يكون $(0.3\text{M}) = [B_2] = [A_2]$

(د) في التفاعل الافتراضي $X_2 + 2Y \longrightarrow 2XY$ ، إذا علمت أن طاقة وضع المواد الناتجة $= (110\text{KJ})$ ، ومقدر التغير في المحتوى الحراري $\Delta H = (+50\text{KJ})$ ، وطاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد تساوي (160KJ) ، وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد تساوي (25KJ) ، أجب عن الأسئلة الآتية:

- (1) ما قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة
- (2) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد
- (3) ما مقدار التغير في طاقة المعقد المنشط بعد إضافة العامل المساعد
- (4) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون وجود العامل المساعد

الإجابة: -

(أ)

(1) (2)

$$R = K [A]^1 \quad (2)$$

$$2 \times 10^{-5} \text{M/s} \quad (3)$$

(ب)

(1) تبقى ثابتة

(2) تزداد

(3) تقل

(ج)

(1) (1)

(1) (2)

$$2 \times 10^{-5} \quad (3)$$

$$4.5 \times 10^{-5} \text{M/s} \quad (4)$$

(د)

(1) (110)

(2) (75)

(3) (25)

(4) (50)

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

سؤال: 2020 صيفي (دراسة خاصة)

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي

- ادرس معلومات الجدول الآتي لتفاعل ما، ثم أجب عن الفقرات (1، 2، 3)

طاقة وضع المتفاعلات (KJ)	طاقة وضع النواتج (KJ)	طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (KJ)
20	240	10

1- قيمة طاقة وضع المعقد المنشط لK يساوي:

- أ) 250 ب) 260 ج) 220 د) 200

2- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي لK يساوي:

- أ) 210 ب) 220 ج) 230 د) 250

3- قيمة ΔH للتفاعل لK يساوي:

- أ) $220+$ ب) $220-$ ج) $240+$ د) $240-$

4- ارتفاع درجة حرارة التفاعل تؤدي إلى:

- أ) زيادة طاقة التنشيط ب) نقص طاقة التنشيط
ج) زيادة ΔH د) زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط

- ادرس معلومات الجدول الآتي لتفاعل افتراضي: $A + B \rightarrow 2C$ ، عند درجة حرارة معينة،

علمًا بأن الرتبة الكلية للتفاعل تساوي (1)، ثم أجب عن الفقرات (5، 6، 7)

رقم التجربة	[A] (M)	[B] (M)	السرعة الابتدائية (M/s)
1	0.1	0.1	3×10^{-3}
2	0.1	0.3	9×10^{-3}

5- رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A هو:

- أ) صفر ب) 1 ج) 2 د) 3

6- رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B هو:

(أ) صفر (ب) 1 (ج) 2 (د) 3

7- قيمة ثابت سرعة التفاعل K يساوي:

(أ) 3×10^{-3} (ب) 1×10^{-3} (ج) 3×10^{-2} (د) 1×10^{-2}

8- إضافة العامل المساعد للتفاعل يؤدي إلى زيادة:

(أ) طاقة التنشيط (ب) ΔH (ج) سرعة التفاعل (د) طاقة وضع المتفاعلات

9- إذا علمت أن قانون السرعة لهذا التفاعل: $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl}$

$R = K [\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{CH}_3\text{Cl}]^1$ وسرعة التفاعل تساوي (1.2M/s) ، عندما تكون $[\text{H}_2\text{O}] =$

$[\text{CH}_3\text{Cl}] = (0.1\text{M})$ ، فإن قيمة ثابت سرعة التفاعل K تساوي:

(أ) 1.2×10^{-2} (ب) 1.2×10^{-3} (ج) $1.2 \times 10^{+2}$ (د) $1.2 \times 10^{+3}$

10- تفاعل افتراضي، قيمة ثابت سرعة التفاعل له K تساوي $(4 \times 10^{-8} \text{M}^{-1} \text{s}^{-1})$ فإن رتبة

التفاعل الكلية تساوي:

(أ) صفر (ب) 1 (ج) 2 (د) 3

11- إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل الافتراضي: $A \longrightarrow$ نواتج، عند درجة حرارة

25°C يساوي $(1.6 \times 10^{-2} \text{s}^{-1})$ ، فإن قانون السرعة لهذا التفاعل هو:

(أ) $R = K$ (ب) $R = K[A]^1$ (ج) $R = K[A]^2$ (د) $R = K[A]^3$

12- أبطئ سرعة تفاعل (4g) من المغنيسيوم مع محلول HCl عندما يكون تركيزه:

(أ) 0.001M (ب) 0.01M (ج) 0.1M (د) 1M

الإجابة: -

رقم الفرع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
رمز الإجابة	أ	ج	أ	د	أ	ب	ج	ج	د	ج	ب	أ

سؤال: 2020 صيفي (النظاميون)

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي

1- تفاعل ما رتبته الكلية تساوي (1) عند درجة حرارة معينة، تكون وحدة قياس ثابت سرعة التفاعل K:

(أ) s^{-1} (ب) L/mol (ج) $L/mol.s$ (د) $mol/L.s$

2- في التفاعل $A \rightarrow$ نواتج قانون سرعة التفاعل $R = K[A]^2$ عند درجة حرارة معينة، $[A] = (0.2M)$ ، وسرعة التفاعل $(1.6 \times 10^{-9} Ms^{-1})$ ، فإن K تساوي:

(أ) $8 \times 10^{-9} L/mol.s$ (ب) $4 \times 10^{-9} s^{-1}$

(ج) $4 \times 10^{-9} L/mol.s$ (د) $8 \times 10^{-8} s^{-1}$

3- في التفاعل $A + B + C \rightarrow$ نواتج رتبة التفاعل للمادة A = (1)، رتبة التفاعل للمادة B = (2)، رتبة التفاعل الكلية = (3) عند درجة حرارة معينة فإن قانون سرعة التفاعل هو:

(أ) $R = K[A]^1 [B]^2$ (ب) $R = K[A]^1 [B]^1 [C]^1$

(ج) $R = K[A]^1 [C]^2$ (د) $R = K[A]^2 [B]^1$

4- تتناقص سرعة التفاعل الكيميائي بمرور زمن بسبب:

(أ) زيادة عدد التصادمات الكلية (ب) تناقص تركيز المواد المتفاعلة

(ج) تناقص تركيز المواد الناتجة (د) زيادة تركيز المواد المتفاعلة

5- استخدام العامل المساعد يوديد البوتاسيوم KI في تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 عند درجة حرارة معينة، يعمل على تقليل:

(أ) سرعة التفاعل (ب) التغير في ΔH

(ج) طاقة وضع النواتج (د) زمن ظهور النواتج

6- سرعة تفاعل قطعة من الصوديوم Na مع الماء أكبر من سرعة تفاعل قطعة من المغنيسيوم مع الماء لهما الكتلة نفسها، فإن العامل المؤثر في سرعة هذا التفاعل، هو:

(أ) مساحة السطح (ب) تركيز المواد (ج) طبيعة المادة (د) درجة الحرارة

7- خفض درجة الحرارة في التفاعل يؤدي إلى:

(أ) نقصان في طاقة التنشيط (ب) زيادة عدد التصادمات الفعالة

(ج) زيادة طاقة التنشيط (د) نقصان عدد التصادمات الفعالة

• ادرس المعلومات الواردة في الجدول، وأجب عن الفقرات (8، 9، 10)

طاقة وضع المتفاعلات (KJ)	طاقة وضع النواتج (KJ)	طاقة معقد منشط بدون عامل مساعد (KJ)	طاقة تنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد (KJ)
80	160	200	95

8- قيمة المحتوى الحراري ΔH (KJ) تساوي:

(أ) -80 (ب) +80 (ج) -240 (د) +240

9- قيمة طاقة المعقد المنشط (KJ) بوجود عامل مساعد تساوي:

(أ) 40 (ب) 155 (ج) 175 (د) 200

10- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (KJ) بدون عامل مساعد تساوي:

(أ) 40 (ب) 60 (ج) 95 (د) 120

الإجابة: -

رقم الفرع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
رمز الإجابة	أ	ج	أ	ب	د	ج	د	ب	ج	أ

