القسم (1)

نموذج لسرعة التفاعلات

مصطلح (سريع) ، (بطئ) للتعبيرعن سرعة الأشياء المتحركة غير دقيق ، لذلك يجب التعبيرعن سرعة الأشياء المتحركة بـ " **متوسط السرعة** " أو بـ " **معدل السرعة** " وهو : **التغير الكمي خلال وحدة الزمن** .كما يلي من ملاحظة الصورتين التاليتين :

سرعة السيارة بوحدة $\frac{Km}{h}$

سرعة العدّاء في مضمار السباق بوحدة $\frac{m}{s}$

سرعة السيارة أو العدّاء ليست ثابتة من بداية السباق لنهايته لذا نعبر بـ " **متوسط السرعة** " أو بـ " **معدل السرعة** "

الفكرة العامة : لكل تفاعل كيميائي سرعة محددة يمكن زيادتها او إبطاؤها بتغير ظروف التفاعل .

تجربة استهلالية	المشاهدة	الاستنتاج
1 - ضع 10 ml من فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 في دورق زجاجي أو مخبار مدرج .	لم تظهر فقاعات	سرعة تفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 في الخطوة (2) **أسرع** من الخطوة (1)
2 - اضف 0.1g من خميرة الخبيز إلى فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 مع التحريك بلطف مستعملا عود تنظيف الأسنان .	ظهور فقاعات	

التفسير : **الخميرة** تمثل **عامل حفز** ، تؤدي إلى سرعة تحلل فوق أكسيد الهيدروجين منتجة الماء و فقاعات من غاز الأكسجين . $2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

للتأكد من سرعة إنتاج الأكسجين ، قرّب شعلة من الأكسجين إلى الدورق ، فيزداد توهجها .

تحذير : فوق أكسيد الهيدروجين مادة حارقة ، لذا يجب تجنب ملامستها للجلد والعيون .

** **نلاحظ من التجربة الاستهلالية** : أن تفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 يمكن ان يكون سريعا أو بطيئا ولكن مصطلح (سريع) ، (بطئ) غير دقيق لذلك يجب التعبيرعن سرعة تفاعل بـ " **متوسط السرعة** " وذلك لأن سرعة التفاعل في البداية تختلف مثلا عن سرعته في النهاية .

مناقشة الشكل 2-3 : يمكنك استخدام أرقام افتراضية :

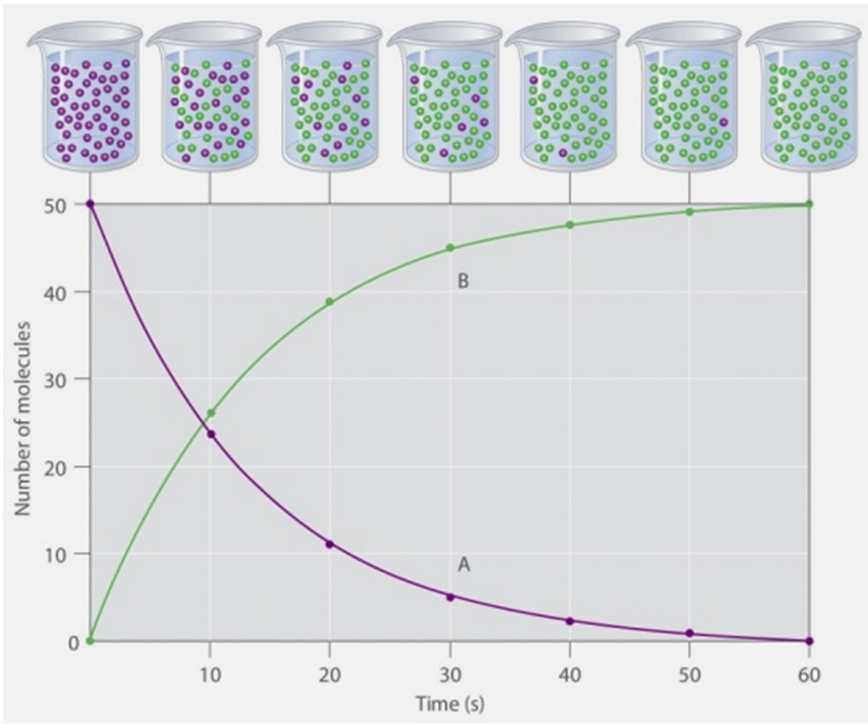
الشكل 2-3 تتحول المواد المتفاعلة مع مرور الزمن إلى مواد ناتجة. ويمكن التعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي بالتغير في عدد مولات المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة محددة من الزمن.

احسب سرعة التغير لكل فترة من الزمن.

س6 : قارن بين تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال فترة التفاعل (على افتراض عدم إضافة أي مادة جديدة)

تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة ، في حين تزداد تراكيز المواد الناتجة **بالسرعة نفسها** .

رسم بياني للتوضيح :



س5 : فسر علام تدل سرعة التفاعل لتفاعل كيميائي محدد ؟

تبين سرعة التفاعل التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة بوحدة mol / L.s

س7 : **فسر لماذا يعتمد متوسط سرعة التفاعل على طول الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل ؟**

علاقة التغير في سرعة المواد المتفاعلة والناتجة ليست علاقة خطية مع الزمن . يتناقص **متوسط سرعة التفاعل** عندما يتناقص تركيز المواد المتفاعلة ، حيث **يتناسب متوسط التغير في سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة** ، لذا كلما ازدادت الفترة الزمنية للتفاعل قلت قيمة متوسط التغير في سرعته .

معدل التفاعل الكيميائي : هو التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن .

ملاحظة : من المعروف في أي تفاعل كيميائي يقل تركيز المتفاعلات ويزداد تركيز النواتج مع مرور الوقت

وحدة قياس سرعة التفاعل : $\frac{M}{S} = \frac{mol}{L} \times \frac{1}{S} = \frac{mol}{L.S} = mol/L.S$

حيث التركيز المولاري يعبر عنه بوحدة (M) أو mol/L أو بالأقواس [ ]

مثال : التركيز المولاري لـ NO_2 تكتب $[NO_2]$

**** حساب متوسط السرعة (التغير الكمي خلال زمن محدد) في التفاعل التالي كما يلي :**

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta \text{quantity}}{\Delta t} = \frac{\text{التغير في كمية المادة المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن } \Delta t}$$

إذا استخدمت أحد المواد المتفاعلة يكن القانون :

$$\text{متوسط السرعة} = -\frac{\Delta \text{quantity}}{\Delta t} = -\frac{\text{التغير في كمية المادة المتفاعلة}}{\text{التغير في الزمن } \Delta t}$$

إذا استخدمت أحد المواد الناتجة يكن القانون :

$$\text{متوسط السرعة} = +\frac{\Delta \text{quantity}}{\Delta t} = +\frac{\text{التغير في كمية المادة الناتجة}}{\text{التغير في الزمن } \Delta t}$$

تطبيق : في التفاعل : $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

$$\text{Rate} = -\frac{\Delta[CO]}{\Delta t} = -\frac{[CO]_{t2}-[CO]_{t1}}{t2-t1} \quad \& \quad \text{Rate} = +\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \frac{[NO]_{t2}-[NO]_{t1}}{t2-t1}$$

مثال : من خلال تفاعل بين غاز اول أكسيد الكربون مع غاز ثاني أكسيد النيتروجين عند درجة حرارة اكبر من 500k

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

أولاً: احسب متوسط سرعة التفاعل من خلال التغير في تركيز أحد النواتج المتكونة مثل [NO] خلال فترة زمنية بدأت من $t_1 = 0$ S ، [NO] = 0.000M وانتهت عند $t_2 = 2$ S ، [NO] = 0.010 M .

علل : تكون سرعة تكون المواد الناتجة دائما قيمة موجبة لأنه يزداد تركيز النواتج مع مرور الوقت

ثانيا : احسب متوسط سرعة التفاعل من خلال التغير في تركيز احد المتفاعلات مثل [CO] خلال فترة زمنية بدأت من $t_1 = 0$ S ، [CO] = 0.010M وانتهت عند $t_2 = 2$ S ، [CO] = 0.000 M كما يلي

علل : تكون سرعة استهلاك المواد المتفاعلة دائما قيمة سالبة لأنه يقل تركيز المتفاعلات مع مرور الوقت

لاحظ : يجب أن تكون سرعة التفاعل دائما موجبة ، لذلك نضع إشارة سالبة في القانون المحتوي على تعبير تركيز المتفاعلات ، أما في حالة القانون المحتوي على تعبير تركيز النواتج فلا داعي للإشارات لأنه بطبيعة الحال قيمة السرعة موجبة كما يلي :

$$\text{Rate} = -\frac{[reactants]}{\triangle t} \qquad \text{Rate} = +\frac{[products]}{\triangle t}$$

س30 : ماذا يحدث لتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة في أثناء حدوث التفاعل ؟

يقل تركيز المواد المتفاعلة ، في حين يزداد تركيز المواد الناتجة .

س31 : اشرح ما المقصود بمتوسط سرعة التفاعل .

هو التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة زمنية محددة.

س32 : كيف يمكن أن تعبر عن سرعة التفاعل الكيميائي $A \rightarrow B$ بالاعتماد على تركيز المادة المتفاعلة A ؟ وكيف يمكن مقارنة سرعة التفاعل بالاعتماد على المادة الناتجة B ؟

$R = \text{Rate} = -\frac{\triangle[A]}{\triangle t} = +\frac{\triangle[B]}{\triangle t}$ السرعتان **متساويتان** لكن **مختلفتان في الاشارة**

س52 : يتناقص تركيز المادة المتفاعلة A من 0.400 mol / L إلى 0.384 mol / L خلال 4.00 min احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة بوحدة mol / L.min

(0.0040 mol / L.min)

س53 : إذا زاد تركيز إحدى المواد الناتجة من 0.0882 mol / L إلى 0.1446 mol / L خلال 12.0 min ، فما متوسط سرعة التفاعل خلال تلك الفترة .

(4.70×10^{-3} mol / L.min)

س11 : احسب متوسط سرعة التفاعل بين جزيئات A و B إذا تغير تركيز A من 1.00M إلى 0.5M خلال 2.00s

متوسط سرعة التفاعل $= \frac{-\triangle[A]}{\triangle t} = \frac{-(0.50\,M - 1.00\,M)}{2.0\,s} = \frac{0.50\,M}{2.0\,s} = 0.25$ mol / (L.s)

أسئلة الإجابات المفتوحة : يتفاعل اليود والكلور في الحالة الغازية : $I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl$

فإذا كان $[I_2] = 0.400M$ عند بداية التفاعل ، وأصبح 0.300 M بعد مضي 4.00 min ، فاحسب متوسط سرعة التفاعل بوحدة mol / L.min

(0.0250 mol / L.min)

مثال 1-3 : حساب متوسط سرعة التفاعل : إذا علمت أن تركيز كلوريد البيوتيل C_4H_9Cl في بداية تفاعله مع الماء 0.22M ثم أصبح 0.100M بعد مرور 4.00 ثوان على التفاعل . احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة بوحدة mol / L.s .

$$Rate = -\frac{[C_4H_9Cl]_{t_2} - [C_4H_9Cl]_{t1}}{t_2 - t_1} = -\frac{0.100M - 0.220M}{4.00s - 0.00\,s} = -\frac{0.100\,mol/L - 0.220mol/L}{4.00s - 0.00\,s} = -\frac{-0.120\,mol/L}{4.00\,s} = 0.0300\,mol\,/L.s$$

مسائل تدريبية : استعمل البيانات الموجودة في الجدول أدناه لحساب متوسط سرعة التفاعل :

بيانات التجربة للتفاعل : $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$			
الزمن s	$[H_2]$	$[Cl_2]$	[HCl]
0.00	0.030	0.050	0.000
4.00	0.020	0.040	------

1 – احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً عنه بعدد مولات H_2 المستهلكة لكل لتر في كل ثانية .

2 - احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً عنه بعدد مولات Cl_2 المستهلكة لكل لتر في كل ثانية .

3- **تحفيز** : إذا علمت أن متوسط سرعة التفاعل معبراً عنه بعدد مولات HCl الناتجة هو 0.050 mol / L.s ، فما تركيز HCl الي يتكون بعد مرور 4.00 s ؟

4 – احسب متوسط سرعة التفاعل مستخدما تركيز HCl

أسئلة المستندات :

الكواشف الكيميائية : يُستعمل الكاشف الكيميائي (الفينولفثالين)للكشف عن القواعد . تبين بيانات الجدول 5-3 انخفاض تركيز الفينولفثالين مع مرور الزمن عند إضافة محلول الفينولفثالين ذي التركيز 0.0050M إلى محلول مركز من مادة قاعدية تركيزها 0.6M

الجدول 5-3 التفاعل بين الفينولفثالين وكمية فائضة من مادة قاعدية

تركيز الفينولفثالين (M)	الزمن (s)
0.0050	0.0
0.0040	22.3
0.0020	91.6
0.0010	160.9
0.00050	230.3
0.00015	350.7

ملاحظة : تم الحصول على البيانات من : شبكة بوند للأبحاث 2006 الكيمياء الحركية

س66 : ما متوسط سرعة التفاعل في أول 22.3 s معبراً عنه بوحدة mol / (L.s) ؟ (ج : 4.5×10^{-5} mol / (L.s))

س67 : ما متوسط سرعة تفاعل الفينولفثالين عندما ينخفض تركيزه من 0.00050M إلى 0.00015M

(ج : 2.9×10^{-6} mol / (L.s))

اختيار من متعدد : اختبار مقنن :

1 – جميع العبارات التالية حول سرعة التفاعل الكيميائي صحيحة ما عدا : (ج : د)

أ – السرعة التي يحدث بها التفاعل

ب – التغير في تراكيز المواد المتفاعلة خلال وحدة الزمن

ج – التغير في تراكيز المواد الناتجة خلال وحدة الزمن

د – كمية المواد الناتجة المتكونة في كل فترة زمنية

4 – أي الوحدات لا تُستعمل للتعبير عن سرعة التفاعل ؟ (ج : ب)

أ - M / min ب - L / s ج - mol / mL.h د - mol / L.min

س35 : يتفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة : $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + MgCl_{2(aq)}$

إذا كانت كتلة المغنسيوم تساوي 6.00g لحظة بدء التفاعل ، وبقى منها 4.5g بعد مضي 3.00 min فما متوسط سرعة التفاعل بدلالة عدد مولات Mg المستهلكة / دقيقة ؟

m_{Mg} المستهلكة = 6.00 g – 4.50 g = 1.50g Mg ------> $1.50g\ Mg \times \frac{1\ mol\ Mg}{24.3\ g\ Mg} = 0.0617\ mol\ Mg$

متوسط السرعة = $\frac{0.0617\ mol}{3.00\ min} = 2.06 \times 10^{-2}$ mol / min

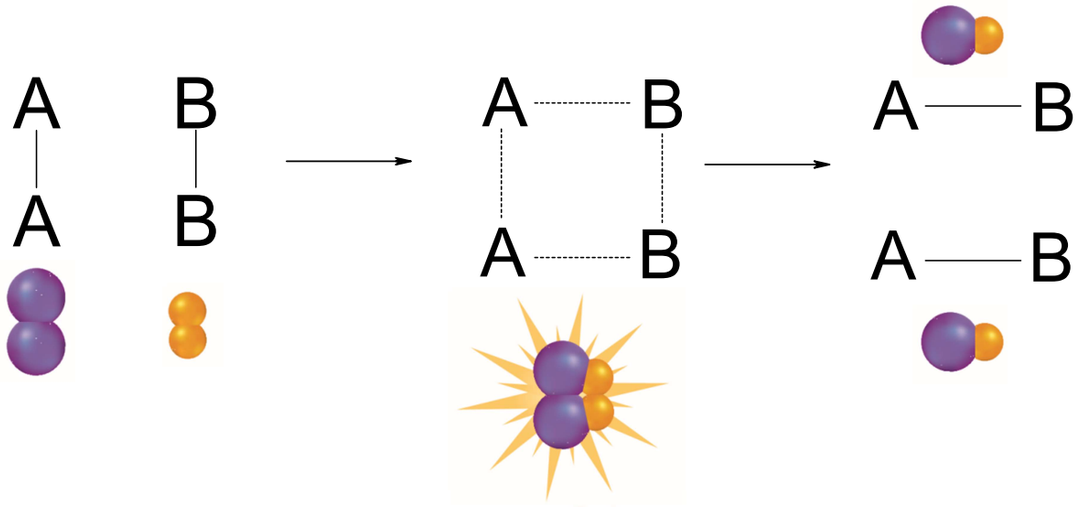
س36 : إذا وُجد أن سرعة تفاعل كيميائي 2.25×10^{-2} mol / L.s عند درجة حرارة 322K ، فما مقدار هذه السرعة بوحدة mol / L.min ؟

متوسط السرعة = 2.25×10^{-2} mol / L.s $\times \frac{60\ sec}{1\ min} = 1.35$ mol / L.min

نظرية التصادم

"في التفاعل الكيميائي يجب ان تتصادم المواد المتفاعلة (ذرات أو أيونات أو جزيئات) بعضها ببعض بطاقة كافية واتجاه مناسب لتكوين النواتج" .

مثال 1 للمناقشة : $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$



المناقشة والتحليل :

لكي تتفاعل المواد المتفاعلة لابد من أن تتصادم ، والتصادم نوعان :

- تصادم **فعّال** يلزمه شرطان
  - **اتجاه مناسب** للاصطدام يلزمه شرطان
    - مسافات مناسبة
    - زوايا مناسبة
  - **طاقة كافية** للاصطدام
- تصادم **غير فعّال**

المعقد المنشط : مرحلة انتقالية قصيرة غير مستقرة من تجمع الذرات يحدث خلالها تكسير الروابط (في المتفاعلات) وتكون روابط جديدة (في النواتج) ، وفيه تتكون روابط مؤقتة .

أو مجموعة من الذرات فترة بقائها معا قصيرة (عمرها قصير) جدا و **قد ينتج عنها النواتج أو قد تعود الى صورة المتفاعلات .**

طاقة التنشيط : (E_a) : الحد **الأدنى** من الطاقة لدى الجزيئات المتفاعلة و اللازمة لتحويل المتفاعلات الى معقد منشط

أو الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي

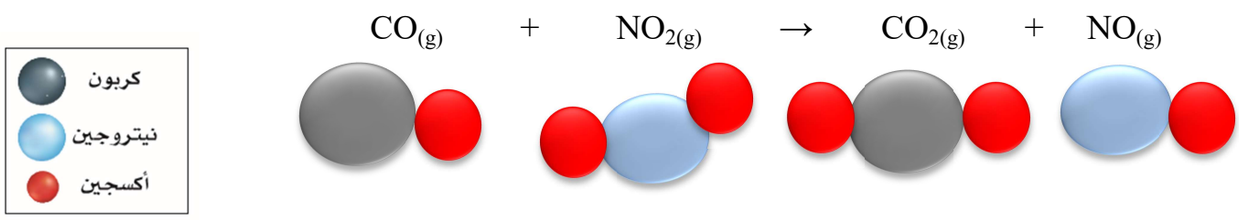
ملاحظة : تعتبر طاقة التنشيط للتفاعل حاجزاً أمام حدوث التفاعل ، لذا لابد من وجود كمية كافية من الطاقة ، للتغلب على هذا الحاجز

س9 : لخص ماذا يحدث خلال فترة تكون المعقد المنشط القصيرة تتكسر الروابط في المواد المتفاعلة ، وتتشكل روابط جديدة في النواتج .

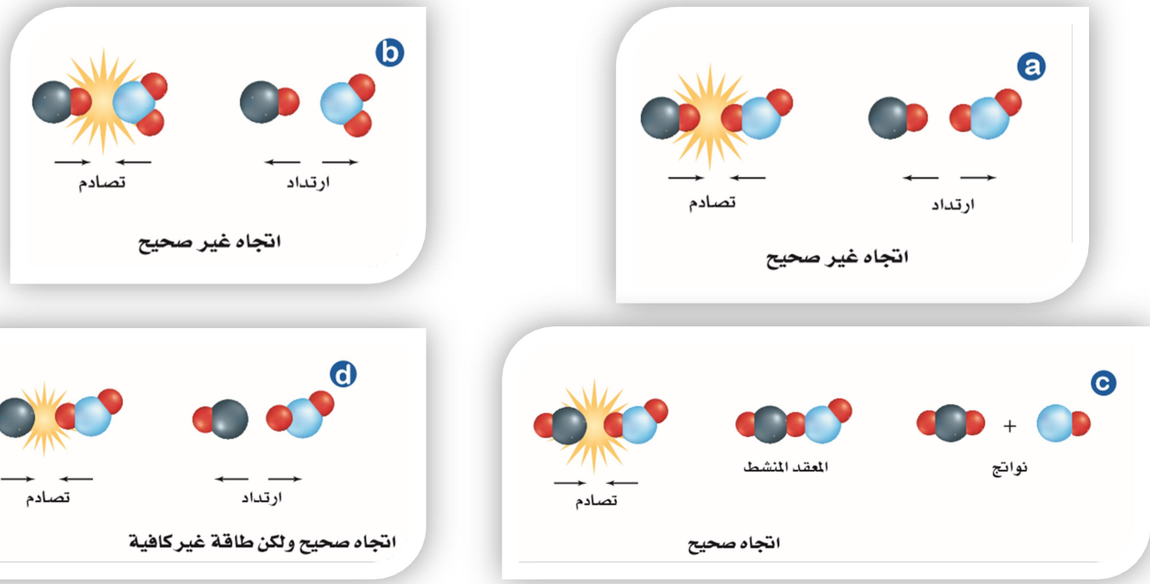
مثال 2 للمناقشة: عند تفاعل غاز اول أكسيد الكربون CO مع غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 عند درجة حرارة اكبر من 500 ^{O}k

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

ناقش التفاعل من حيث الاحتمالات الممكنة للتصادم



الاحتمالات الممكنة للتصادم :



التعليق : ♣ عندما يكون اتجاه التصادم مناسبا (صحيحاً) يجب ان تتوفر طاقة كافية (طاقة تنشيط) (E_a) حتى تنتقل ذرة أكسجين من جزئ NO_2 الى جزئ CO .

♣ وعندئذ يمر التفاعل الكيميائي بمرحلة انتقالية غير مستقرة من تجمّع الذرات : حيث يحدث خلالها كسر الروابط وتكوين روابط جديدة تسمى (مرحلة المعقد المنشط) .

♣ ونتيجة لذلك إما تتكون النواتج أو تتكسر الروابط وتكون المواد المتفاعلة مرة أخرى .

س10 : طبق نظرية التصادم لتفسر لماذا لا تؤدي الاصطدامات بين جسيمات التفاعل دائماً إلى تفاعل ؟

لأن التصادم الفعّال يلزمه طاقة كافية واتجاه مناسب ، وغياب أحد هذين الشرطين لا يؤدي لحدوث التفاعل .

علل : على الرغم من تصادم جزيئات المواد المتفاعلة لإنتاج المواد الناتجة إلا أننا نجد عدد قليل من هذه التصادمات يكوّن نواتج بينما يفشل عدد كبير من هذه التصادمات في إنتاج النواتج .

ج : لأن من شروط حدوث التصادم الفعال (الذي يؤدي الى حدوث تفاعل وتكوين النواتج المطلوبة) :

1 - الطاقة الكافية : حيث لابد ان تتوفر الطاقة الكافية للحصول على القوة الكافية للتصادم لتكوين المعقد المنشط وبالتالي تكوين النواتج.

2 - الاتجاه المناسب (الصحيح) : حيث يجب ان تتلامس الذرات المتفاعلة بشكل مناسب لتكوين النواتج لتكوين النواتج المطلوبة.

وبالتالي أتوقع غياب أحد الشرطين أو كلاهما .

س33 : ما دور المعقد المنشط في التفاعل الكيميائي ؟ يُعد المعقد المنشط حالة وسطية بين المواد المتفاعلة ، والمواد الناتجة ؟

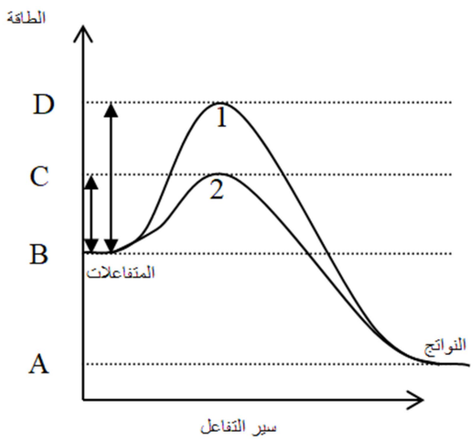
س34 : افترض أن جزيئين قد يتفاعلان إذا تصادما ، فتحت أي ظرف لا يمكن أن يتفاعلا ؟

لا تحدث التفاعلات بين الجزيئات إذا لم يؤد التصادم إلى وجود كمية كافية من الطاقة ، وإذا لم يتوافر الاتجاه المناسب لحظة التصادم .

العلاقة بين طاقة التنشيط (Ea) وسرعة التفاعل ، وعدد التصادمات

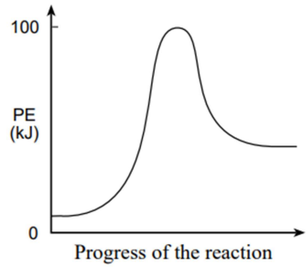
1 - عندما تكون طاقة التنشيط (E_a) أعلى :معنى ذلك أن عدد التصادمات التي لها طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط قليل (التصادمات الفعّالة عددها قليل) وبالتالي تكون سرعة التفاعل **أبطأ** أو (يستهلك زمن أطول).

2 - عندما تكون طاقة التنشيط (E_a) أقل :معنى ذلك أن عدد التصادمات التي لها طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط كبير (التصادمات الفعّالة عددها كبير) وبالتالي تكون سرعة التفاعل **أعلى** أو (يستهلك زمن أقل) .

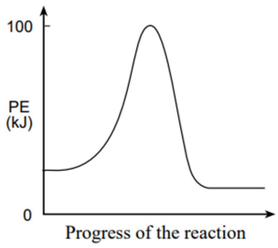


9 – أي من التفاعلات التالية هي الأسرع عند درجة حرارة الغرفة-- ؟--

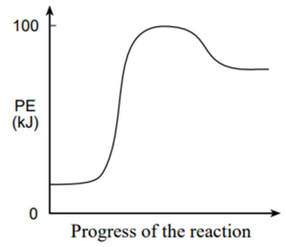
(أ)



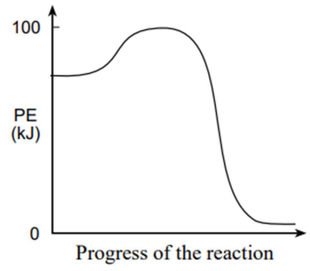
(ب)



(ج)



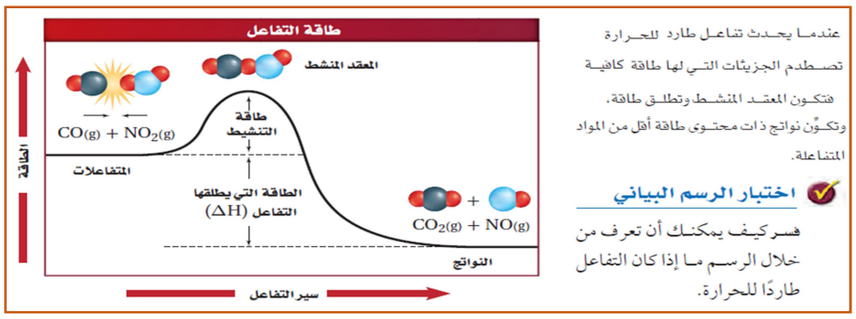
(د)



س8 : **صف العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائي** _ كلما ازدادت طاقة التنشيط ، يقل متوسط سرعة التفاعل .

مخططات الطاقة

أولاً : مخطط الرسم البياني التالي يوضح مسار الطاقة لتفاعل طارد للحرارة وفيه تكون :



◄ 1 - محتوى طاقة النواتج (المحتوى الحراري للنواتج)(نواتج H) < محتوى طاقة المتفاعلات(المحتوى الحراري للمتفاعلات) (متفاعلات H)

◄ 2 -

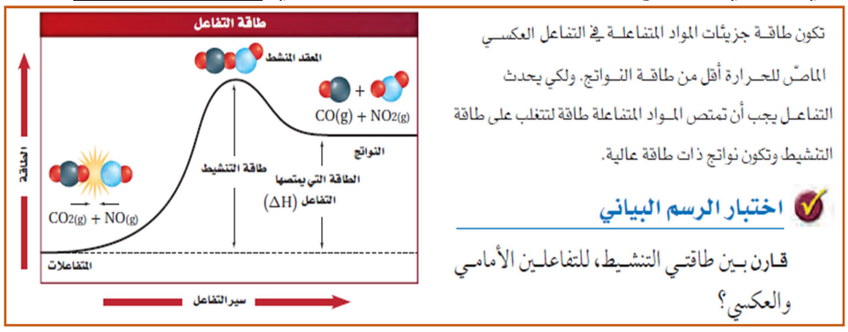
الطاقة المنطلقة من التفاعل = التغير في المحتوى الحراري(ΔH) = المحتوى الحراري للنواتج – المحتوى الحراري للمتفاعلات
طاقة التفاعل

◄ 3 - طاقة المعقد المنشط دائما **أعلى** من طاقة المتفاعلات وأعلى من طاقة النواتج ويكون مكانه في قمة مسار الطاقة كما موضح بالشكل البياني

◄ 4 - من الرسم البياني : طاقة التنشيط (في الاتجاه الأمامي) Ea = طاقة المعقد المنشط - طاقة المتفاعلات
طاقة التنشيط (في الاتجاه العكسي) $E_{a'}$ = طاقة المعقد المنشط - طاقة النواتج

◄ 5 - **طاقة التنشيط للتفاعل العكسي – طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = ΔH أمامي طاقة التفاعل**

ثانياً : مخطط الرسم البياني التالي يوضح مسار الطاقة للتفاعل العكسي الماص للحرارة وفيه تكون :



◄ 1 - محتوى طاقة النواتج (المحتوى الحراري للنواتج)(نواتج H) > محتوى طاقة المتفاعلات(المحتوى الحراري للمتفاعلات) (متفاعلات H)

◄ 2 -

الطاقة المنطلقة من التفاعل
= التغير في المحتوى الحراري(ΔH) = المحتوى الحراري للنواتج – المحتوى الحراري للمتفاعلات
= طاقة التفاعل

◄ 3 - طاقة المعقد المنشط دائما **أعلى** من طاقة المتفاعلات وأعلى من طاقة النواتج ويكون مكانه في قمة مسار الطاقة كما موضح بالشكل البياني

◄ 4 - من الرسم البياني : طاقة التنشيط (في الاتجاه الأمامي) Ea = طاقة المعقد المنشط - طاقة المتفاعلات
طاقة التنشيط (في الاتجاه العكسي) $E_{a'}$ = طاقة المعقد المنشط - طاقة النواتج

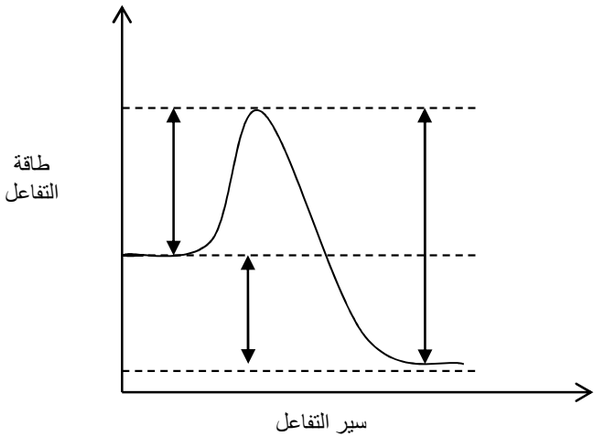
◄ 5 - **طاقة التنشيط للتفاعل العكسي – طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = ΔH أمامي طاقة التفاعل**

تطبيق قوانين وعلاقات هامة :

ΔH أمامي = H ن – H م
ΔH عكسي = H م – H ن
Ea = طاقة المتفاعلات– طاقة المعقد النشط
Ea` = طاقة النـــواتج – طاقة المعقد النشط
طاقة التنشيط للتفاعل العكسي – طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = ΔH أمامي طاقة التفاعل

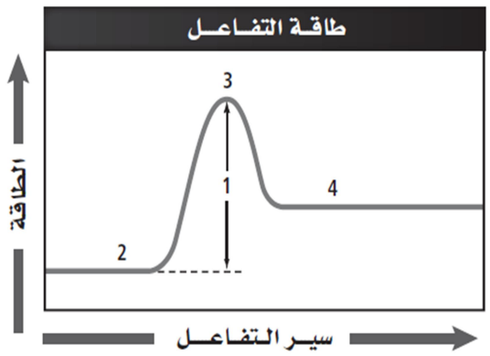
https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

تطبيق على القوانين (افترض قيم للطاقة على المخطط ، ثم طبّق القوانين)



إجابات قصيرة وأسئلة مفتوحة :

9. يُبيِّن **الشكل** منحنى طاقة تفاعل.
إلامَ يُشير كلّ رقم من الأرقام المَبيَّنة على الرسم؟



الاجوبة

2: المواد المتفاعلة
3: المعقّد المنشَّط
4: المواد الناتجة
1: طاقة التنشيط

س : قارن بين طاقة المعقد المنشط وطاقة المتفاعلات والنواتج في التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة

س4 : جد العلاقة بين نظرية التصادم وسرعة التفاعل .

أ - تفسر نظرية التصادم كيفية حدوث التفاعلات ، وكيفية تعديل سرعة التفاعل . وحتى يحدث التفاعل يجب أن تتصادم الجزيئات أو الذرات أو الأيونات

ب - تتحدد متوسط سرعة التفاعل الكلي بواسطة : تردد ودوران وطاقة هذه التصادمات .

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

مختبر حل المشكلات

تفسير البيانات

كيف تتغير سرعة التحلل خلال الزمن؟ يتحلل مركب خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5 في الهواء وفقًا للمعادلة الآتية:

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

ويمكن تحديد التركيز في أي وقت من خلال معرفة سرعة التحلل

الزمن (min)	$[N_2O_5]$
0	0.01756
20.0	0.00933
40.0	0.00531
60.0	0.00295
80.0	0.00167
100.0	0.00094

التحليل

يبين الجدول المقابل النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها عند قياس تركيز N_2O_5 خلال فترة زمنية محددة، عند الضغط الجوي العادي، ودرجة حرارة 45 °C.

1. احسب متوسط سرعة التفاعلات خلال كلّ فترة زمنية: (0 – 20 min)، (40 – 60 min)، (80 – 100 min).
عبِّر عن سرعة التفاعل في كلّ فترة بإشارة موجبة، وبوحدة mol/L. min. من N_2O_5.

يمكن حساب متوسط سرعة التفاعل باستعمال المعادلة:

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}$$

(0 – 20 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.01756\ \text{mol/L} - 0.00933\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 4.12\times10^{-4}\ \text{mol/(L.min)}$$

(40 – 60 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.00531\ \text{mol/L} - 0.00295\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 1.18\times10^{-4}\ \text{mol/(L.min)}$$

(80 – 100 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.00167\ \text{mol/L} - 0.00094\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 3.65\times10^{-5}\ \text{mol/(L.min)}$$

2. احسب متوسط سرعة التفاعل خلال كلّ فترة زمنية بعدد مولات NO_2 الناتجة لكلّ لتر لكلّ دقيقة (mol/L. min)، واستعمِل المعادلة الكيميائية لتفسير العلاقات بين السرعات المحسوبة في هذا السؤال، وتلك المحسوبة في السؤال 1.

من المعادلة الكيميائية الآتية:

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

نلاحظ أن سرعة إنتاج NO_2 تساوي ضعفي سرعة استهلاك N_2O_5؛ وذلك لأن **2 mol** من NO_2 تتكّون عند استهلاك **1 mol** من N_2O_5.

يمكن حساب متوسط سرعة التفاعل باستعمال المعادلة:

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{2\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}$$

(0 – 20 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.01756\ \text{mol/L} - 0.00933\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 8.24\times10^{-4}\ \text{mol/(L•min)}$$

(40 – 60 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.00531\ \text{mol/L} - 0.00295\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 2.36\times10^{-4}\ \text{mol/(L•min)}$$

(80 – 100 min):
$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.00167\ \text{mol/L} - 0.00094\ \text{mol/L})}{20.0\ \text{min}} = 7.30\times10^{-5}\ \text{mol/(L•min)}$$

3. فسر البيانات والنتائج التي توصَّلت إليها، ثُمّ استعمِلها في وصف كيفية تغيّر سرعة تحلل N_2O_5 خلال الزمن.

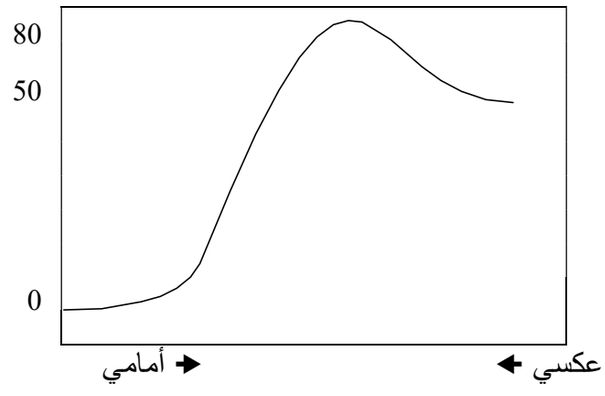
تتناقص سرعة تحلل N_2O_5 مع مرور الزمن.

4. طبِّق نظرية التصادم لتفسير سبب تغيّر سرعة التفاعل.

تنصّ نظرية التصادم على وجوب تصادم الذرات، أو الجزيئات، أو الأيونات من أجل حدوث التفاعل، واعتمادًا على ذلك النموذج، فإنه عندما يتناقص تركيز N_2O_5 خلال فترة التجربة، يقل عدد الجزيئات المتوافرة للتصادم خلال وحدة الزمن؛ لذا تقلّ سرعة التفاعل.

س – تأمل الشكل البياني للطاقة المبين في الرسم التالي ، وضع علامات للمتفاعلات والنواتج ، ΔH و Ea و Ea' ثم احسب قيم كل من أمامي ΔH و عكسي ΔH

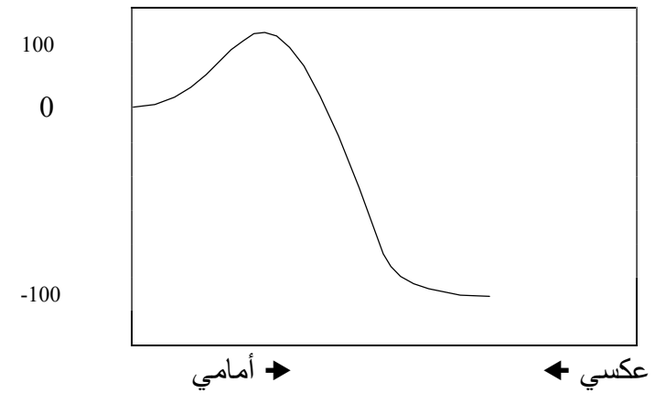
الحلـ :



https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س- تأمل الشكل البياني للطاقة المبين في الرسم التالي ، وضع علامات للمتفاعلات والنواتج ، ΔH و Ea و Ea/ ثم احسب قيم كل من أمامي ΔH و عكسي ΔH



الحلـ :

س4 :ارسم الشكل البياني للطاقة الذي يصف التفاعلات التالية ورمزّه ، ثم ضع جميع القيم المتبقية ، ضع المتفاعلات على مستوى الطاقة صفر

$Ea^{/}$ = 40Kj/mol
ΔH أمامي = -10Kj/mol

$Ea^{/}$ = 30Kj/mol ،
ΔH عكسي = -40Kj/mol

تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية

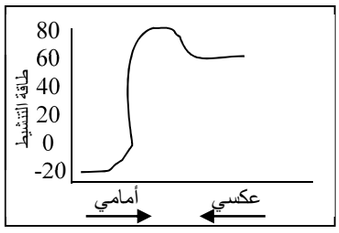
س	ج
1 – لكي يكن النظام فعّالاً ، يلزمه أن يكون أ – ذا طاقة كافية ب – ذا اتجاه مناسب فقط ج – ذا طاقة كافية واتجاهين مناسبين د – ذا آلية تفاعل	
2- كيف تقارن طاقة المعقد النشط بطاقات المتفاعلات والنواتج أ – تكون أقل من كلتا طاقتي المتفاعلات والنواتج ب – تكون أقل من طاقة المتفاعلات ، لكن أكبر من طاقة النواتج ج– تكون أكبر من طاقة المتفاعلات ، لكن أقل من طاقة النواتج د – تكن أكبر من طاقة المتفاعلات وطاقة النواتج	
3 – إذا كان التصادم بين الجزيئات ضعيفاً ، تكون الجزيئات أ – في الاتجاه المناسب ب- في الاتجاه غير المناسب ج – قابلة للتفاعل د – قابلة للارتداد دون تفاعل	
4 – في الشكل البياني الذي يوضح تغير الطاقة مع سير التفاعل ، يظهر المعقد المنشط في : أ – يسار نهاية المنحنى ب – يمين نهاية المنحنى ج – أسفل المنحنى د – قمة المنحنى	
5 – يلزم لجسيمات الغاز كي تتفاعل أن أ – تكون في الحالة الفيزيائية نفسها ب – يكون لها الطاقة نفسها ج – يكون لها طاقات مختلفة د - تتصادم	

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

6 – الروابط في المعقد النشط تخص أ – المتفاعلات فقط ب – النواتج فقط ج – المتفاعلات والنواتج معاً د – المواد الصلبة فقط	
7 –المعقّد المنشط : أ – يتحول دائماً إلى نواتج ب – يُعيد تكوين المتفاعلات دائماً ج – قد يتحول إلى النواتج أو يعيد تكوين المتفاعلات د – يتبخر دائماً	
8 – ماذا يحدث في معقد نشط ؟ أ – تتكون روابط ب – تتكسر روابط ج – تتكون بعض الروابط وتنكسر الأخرى د – ينتج حفاز	
9 – أي مما يلي يصف تغيرات الطاقة التي تحدث عند تكوين الروابط وعند تكسرها أ – تكسّر الروابط ماص للحرارة وتكوّن الروابط طارد للحرارة ج – كلاهما طارد للحرارة ب - تكسّر الروابط طارد للحرارة وتكوّن الروابط ماص للحرارة د - كلاهما ماص للحرارة	
10 – أي مما يلي يصح في التفاعل الماص للحرارة أ – طاقة النواتج > طاقة التنشيط > طاقة المتفاعلات ب - طاقة المتفاعلات > طاقة التنشيط > طاقة النواتج ج - طاقة النواتج > طاقة المتفاعلات > طاقة التنشيط د - طاقة المتفاعلات > طاقة النواتج > طاقة التنشيط	

ورد في امتحانات الثانوية العامة : أ اختر الإجابة أو التكملة الصحيحة :

1 – قيمة طاقة التنشيط (kJ / mol) للتفاعل العكسي الممثل بالشكل المجاور :



أ) +20 ب) +100

ج) – 20 د) – 80

8 – التصادم الذي ينتج مواداً جديدة يكون :

أ) ضعيفاً في اتجاه مناسب ب) قوياً في اتجاه مناسب ج) ضعيفاً في اتجاه غير مناسب د) قوياً في اتجاه مناسب

2 – أي من التالية ضروري لحدوث تصادم فعال بين جزيئات المتفاعلات ؟

1	تركيز عالي
2	طاقة كافية
3	اتجاه مناسب
4	وجود حفاز

أ) 1 و 2 فقط ب) 2 و 3 فقط

ج) 3 و 4 فقط د) 1 و 3 فقط

3 – في التفاعل $2NH_2H_4 + N_2O_4 \rightarrow 3N_2 + 4H_2O$, $\Delta H = -33$ kJ
قيمة طاقة التنشيط (kJ/mol) للتفاعل العكسي الممثل في الشكل المجاور تساوي :

أ) 23 ب) 89

ج) 56 د) 33

4 – ما الصورة التي يجب أن يكون عليها الماغنيسيوم لدى تفاعل كميات متساوية منه مع كميات محددة من محلول حمض HCl (0.1 M) ليكون التفاعل أسرع .

أ) قطع كبيرة ب) قطع صغيرة ج) مسحوق د) صفائح

5 – يلزم لحدوث التصادم الفعَّال توفر :

أ) الاتجاه المناسب ب) آلية تفاعل من خطوة واحد ج) الطاقة الكافية والاتجاه المناسب د) طاقة كافية

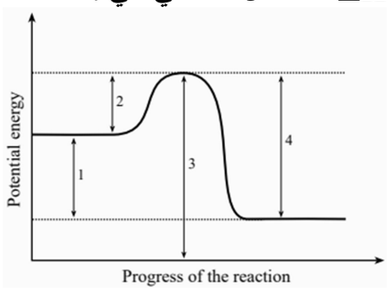
6 – في التفاعل التالي الحادث في نظام مفتوح عند درجة حرارة ثابتة :

$$MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + MgCl_{2(aq)}$$

أي من الخصائص التالية يمكن أن يحدد سرعة التفاعل ؟

أ – كتلة النظام ب – ضغط الغاز ج – تركيز H_2O تركيز $MgCO_3$

7 - في مخطط طاقة الوضع التالي : تكون ΔH للتفاعل العكسي هي : -

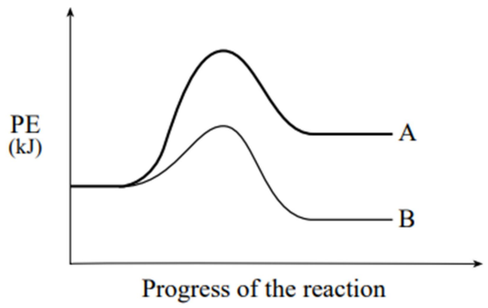


أ - 1 ب - 2 ج - 3 د - 4

8 - تم وضع 8.00 g من المغنسيوم في محلول 6.0 MHCl ، وبعد 25 s تبقى 3.50 g من المغنسيوم الغير متفاعل ، فيكون معدل سرعة تفاعل المغنسيوم :--

أ - 0.14 g / s ب - 0.14 g / s ج - 0.14 g / s د - 0.14 g / s

10 - في مخطط الطاقة التالي لتفاعلين مختلفين ----:



أي العبارات التالية صحيحة ؟

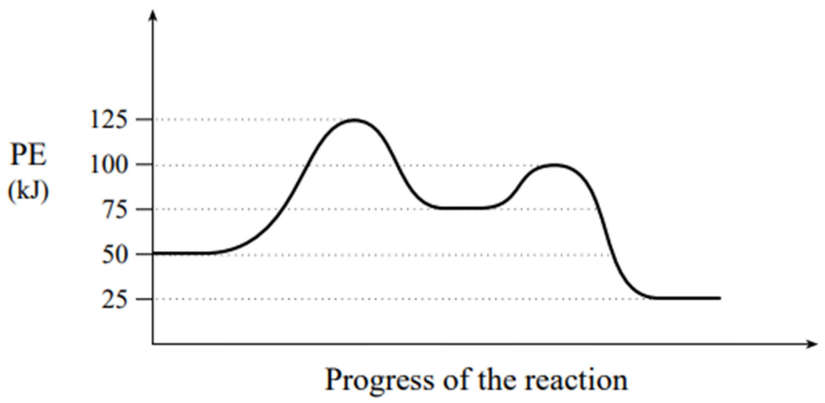
	التفاعل A	التفاعل B
أ	طارد للحرارة	طارد للحرارة
ب	ماص للحرارة	ماص للحرارة
ج	طارد للحرارة	ماص للحرارة
د	ماص للحرارة	طارد للحرارة

11 - في التفاعل التالي : $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

وتحت ظروف محددة ، كان معدل تفكك NO_2 هو 3.2×10^{-3} mol/s ، فيكون معدل تكون O_2 -

A. 1.6×10^{-3} mol/s
B. 3.2×10^{-3} mol/s
C. 4.8×10^{-3} mol/s
D. 6.4×10^{-3} mol/s

12- في مخطط طاقة الوضع التالية-- :-



تكون طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي :

A. 25 kJ
B. 50 kJ
C. 75 kJ
D. 125 kJ