القسم (3)

قوانين سرعة التفاعل الكيميائي

Reaction Rate Laws

عند دراسة تأثير التركيز على سرعة تفاعل يُثبّت كل من :

1 - درجة الحرارة

2 - كل تراكيز المتفاعلات الأخرى عدا تلك المادة التي يدرس تأثير تغير تركيزها على سرعة التفاعل .

ملاحظات :

1 - قوانين السرعة تم التوصل إليها من خلال التجارب

2 - تقل سرعة التفاعل تدريجيا مع مرور الزمن لأن تركيز المتفاعلات يقل تدريجيا مع مرور الزمن أيضا.

مفاهيم هامة :

1 – (**قانون سرعة التفاعل**) : علاقة رياضية (معادلة) تربط بين سرعة التفاعل وتركيز المواد المتفاعلة .

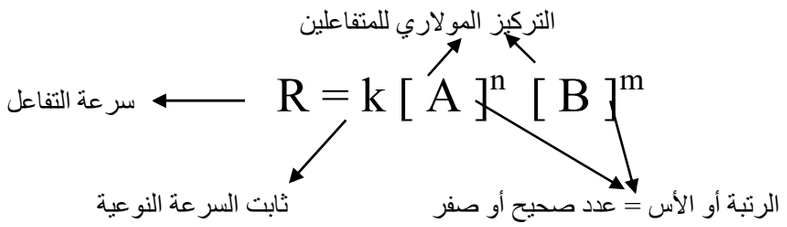
2 – (**رتبة التفاعل**) : الأس الذي يُرفع إليه تركيز المتفاعل في قانون السرعة التجريبي.
ويعبر عن مدى تأثير التغير في تركيز المادة المتفاعلة على سرعة التفاعل

3 – (**الرتبة الكلية**) : مجموع رتب المتفاعلين .

4 – (**ثابت سرعة التفاعل (k)** : قيمة عددية ثابتة تربط سرعة التفاعل بتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة معينة

الصيغة العامة لقانون السرعة :

اكتب المعادلة العامة لقانون السرعة و حدد هوية كل متغير وكل ثابت



ملاحظات على قانون السرعة :

1 – للتفاعل **الواحد** ، تظل قيمة **k ثابتة** للتفاعل دون تغيير و لا تتغير بمرور الوقت أو بتغير التركيزات للنواتج أو المتفاعلات

2 – **تزداد** قيمة k **بارتفاع درجة الحرارة** و **الحفّاز** & وقيمة k لا تتغير مع التركيز

3 – الرتبة أو الأس = **عدد صحيح صغير** أو **صفر** ، الرتبة الكلية للتفاعل = $n + m$ للمتفاعلات فقط .

4 – تُحدد قيمة k من خلال التجارب العملية

5 – تعتمد وحدة k على الرتبة الكلية للتفاعل ولها قيم مختلفة من تفاعل لآخر تُستنتج من قانون السرعة .

6 - سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع التركيز المولاري للمتفاعل .

7 - اذا كانت قيمة الثابت كبيرة هذا يعني ان المتفاعلات تتفاعل بسرعة لتكوين النواتج

8 - تعتمد رتبة التفاعل على **طبيعة المواد المتفاعلة** و **درجة الحرارة**

س : من خلال التفاعلات التالية ذات السرعة المُعطاه، والقوانين المُستنتجة ، انطق رتبة التفاعل والرتبة الكلية :

التفاعل	قانون سرعة التفاعل المستنتج عملياً	رتبة التفاعل	الرتبة الكلية للتفاعل
$3NO_{(g)} \rightarrow N_2O_{(g)} + NO_{2(g)}$	$R = k\,[NO]^2$	رتبة ثانية في NO	رتبة كلية ثانية
$NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightarrow NO_{(g)} + CO_{2(g)}$	$R = k\,[NO_2]^2$	رتبة ثانية في NO_2 رتبة صفر في CO	رتبة كلية ثانية
$2NO_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$	$R = k\,[NO_2]^2$	رتبة ثانية في NO_2	رتبة كلية ثانية
$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$	$R = k\,[H_2O_2]$	رتبة أولى في H_2O_2	رتبة كلية أولى

استنتاج قوانين سرعة التفاعل : (مناقشة مع المعلم)

أ - إذا كان التفاعل يحدث على خطوة واحدة وتكون معقد منشط واحد " وهذا ليس شائعا "

"للتفاعل الذي لا يحدث في خطوة واحدة "تتناسب سرعة التفاعل في هذه الخطوة تناسباً طردياً مع حاصل ضرب تراكيز المتفاعلات لذلك التفاعل، حيث يُرفع كل من التراكيز إلى معامل المتفاعلات "

مثال أ :	في التفاعل :	$A + B \rightarrow 2C$	يكون ←	$R = k\,[A]\,[B]$
مثال ب :	في التفاعل :	$2C \rightarrow A + B$	يكون ←	$R = k\,[C]^2$

مثال : يحدث تفاعل بين المتفاعلين X و Y بآلية الخطوة الواحدة : $X + 2Y \rightarrow XY_2$

أ – اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل ، ثم حدد تأثير كل مما يلي في سرعة التفاعل : .....

ب – مضاعفة تركيز X :

ج – مضاعفة تركيز Y :

د – استخدام ثلث تركيز Y :

مثال : قانون سرعة تفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين هو : $R = K\,[H_2O_2]$

نجد ان سرعة التفاعل R تتناسب طرديا مع تركيز H_2O_2

مرفوع لأس = 1 (رتبة أولى)

معنى ذلك ان :

سرعة التفاعل R سوف تتغير نفس التغير في تركيز H_2O_2

بمعنى آخر :

◄اذا زاد تركيز H_2O_2 للضعف فإن سرعة التفاعل R

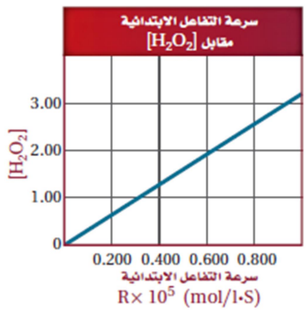
تزداد للضعف أيضا (علاقة طردية بالمثل)

◄اذا قل تركيز H_2O_2 للنصف فإن سرعة التفاعل R

تقل للنصف أيضا (علاقة طردية بالمثل)

س : اذا كانت رتبة المادة المتفاعلة من الرتبة الأولى فكيف تتغير سرعة التفاعل اذا تضاعف تركيز المادة المتفاعلة ثلاث اضعاف ؟

يبين الرسم البياني العلاقة المباشرة بين تركيز H_2O_2 وسرعة التحلل.



اختبار الرسم البياني

طبق استعمل الرسم لتحديد سرعة التفاعل عندما $[H_2O_2] = 1.5\ mol/L$.

ب - إذا كان التفاعل يحدث على أكثر من خطوة ولدينا بيانات تجارب عملية منظمة في جداول

يتم سحب عينات من خليط التفاعل على فترات منتظمة لتحديد سرعة التفاعل في أثناء حدوثه، ثم تحقن هذه العينات فورًا في جهاز الكروماتوجرافيا، الذي يقوم بتعرّف مكوناتها، ثم فصل بعضها عن بعض.

س 1 لقياس السرعة الابتدائية للتفاعل التالي أُجريت ثلاث تجارب مختبرية تحت شروط مماثلة : $2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(g)}$
وكانت نتائج التجارب كالآتي :

التجربة	[HI] (M)	السرعة (M/s)
1	0.015	1.1×10^{-3}
2	0.030	4.4×10^{-3}
3	0.045	9.9×10^{-3}

اكتب قانون السرعة للتفاعل ، جِد قيمة ثابت السرعة النوعية ووحداته.

س : كيف تجد رتبة تفاعل معين؟
بالمقارنة بين نسبة السرعة ونسبة التركيز

$$R = k\,[HI]^{\,n}$$

$$\text{نسبة التركيز} = \frac{[HI]_2}{[HI]_1} = \frac{0.030M}{0.015M} = 2.0$$

$$\text{نسبة السرعة} = \frac{4.4\times10^{-3}M/s}{1.1\times10^{-3}M/s} = 4.0$$

$n = 2$ فيصبح القانون $R = k\,[HI]^{\,2}$

$$k = \frac{R}{[HI]^2} = \frac{1.1\times10^{-3}M/s}{(0.015M)^2} = 4.9M^{-1}s^{-1}$$

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س 2 : في التفاعل: $2NO_{2(g)} + F_{2(g)} \xrightarrow{(Pt_{(s)})} 2NO_2F_{(g)}$ **أعطت ثلاث تجارب عملية النتائج المرفقة، وظفها للإجابة على الأسئلة التالية :**

رقم التجربة	$[F_2]$ M	$[NO_2]$ M	السرعة M /s
1	4×10^{-5}	1×10^{-5}	$1.1\times^{-2}$
2	8×10^{-5}	1×10^{-5}	$4.4\times^{-2}$
3	8×10^{-5}	2×10^{-5}	$8.8\times^{-2}$

☜ **اكتب قانون سرعة التفاعل :**..... القانون هو $R = k[F_2]^2 [NO_2]^1$

☜ **احسب قيمة ثابت السرعة النوعية للتفاعل** $6.9 \times 10^{11} M^{-2}s^{-1}$

☜ **احسب سرعة التفاعل عندما $[F_2] = [NO_2] = (0.5\ M)$**

☜ **هل يحدث التفاعل في خطوة واحدة ؟** ... لا

فسر إجابتك . ... لأن الأس الذي يرفع إليه التركيز المولاري لكل متفاعل في قانون السرعة لا يساوي معامل التفاعل في المعادلة الكيميائية الموزونة .

☜ ما نوع الحفاز المستخدم في التفاعل السابق؟ . حفاز غير متجانس . **(ترد في الامتحانات أسئلة لهذا النوع وبنفس الفكرة فاكتفينا بهذا السؤال كنموذج)**

س 3 : يُعبر عن تفاعل كيميائي بالمعادلة الكيميائية الموزونة $A + 2B \rightarrow C$ **، أُعطيت ثلاث تجارب عملية لسرعة تفاعل البيانات التالية**

التجربة	[A] الابتدائي M	[B] الابتدائي M	السرعة الابتدائية لتكوين C M/min
1	0.20	0.20	2.0×10^{-4}
2	0.20	0.40	8.0×10^{-4}
3	0.40	0.40	1.6×10^{-3}

أ – حدد قانون سرعة التفاعل (الجواب: $k[A][B]^2$)

ب – احسب قيمة ثابت السرعة النوعية (الجواب : $0.025\ M^{-2}min^{-1}$)

ج – إذا كان التركيز الابتدائي لكل من A و B 0.30M B ، فما السرعة الابتدائية لتكوين C ؟ (الجواب : $6.8\times10^{-4}\ M^{-2}min^{-1}$)

د – ما رتبة التفاعل تبعاً لـــ A ؟

هـ - ما رتبة التفاعل تبعاً لـ B ؟

و – ما الرتبة الكلية للتفاعل ؟

س4 : أجريت ثلاثة تجارب عملية لقياس السرعة الابتدائية للتفاعل : $A + B \rightarrow C$ ، وكانت الظروف متماثلة في التجارب الثلاث باستثناء تراكيز المتفاعلات التي كانت متغيرة ، والنتائج كانت كما يلي :

التجربة	[A](M)	[B](M)	السرعة (M/s) -
1	1.2	2.4	8.0×10^{-8}
2	1.2	1.2	4.0×10^{-8}
3	3.6	2.4	7.2×10^{-7}

اكتب قانون السرعة للتفاعل ثم أوجد قيمة ثابت السرعة النوعية و وحداته.

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س 5 :

بيانات السرعات الابتدائية للتفاعل

$aA + bB \rightarrow$ نواتج

المحاولة	السرعة الابتدائية mol/l • s	التركيز الابتدائي [A] (M)	التركيز الابتدائي [B] (M)
1	2.00×10^{-3}	0.100	0.100
2	4.00×10^{-3}	0.200	0.100
3	16.00×10^{-3}	0.200	0.200

أ – حدد قانون سرعة التفاعل

ب – احسب قيمة ثابت السرعة النوعية

د – ما رتبة التفاعل تبعاً لـــ A ؟

هـ - ما رتبة التفاعل تبعاً لـ B ؟

و – ما الرتبة الكلية للتفاعل ؟

س 6 : **يعمل ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) الناتج عن احتراق الوقود في السيارات على تفكك طبقة الأوزون وفق التفاعل التالي :**

$$2NO_{2(g)} + O_{3(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)} + O_{2(g)}$$

أجريت ثلاث تجارب عملية لقياس السرعة الإبتدائية لهذا التفاعل ، وكانت الظروف متماثلة في التجارب الثلاث باستثنـاء تركيز المتفاعلات التي كانت متغيرة . وكانت النتائج كما يلي :

التجربة	$[NO_2]M$	$[O_3]M$	السرعة(m/s)
1	0.0016	0.0025	4.7×10^{-8}
2	0.0024	0.0025	7.0×10^{-8}
3	0.0024	0.0050	1.4×10^{-7}

أ - ما رتبة O_3 ؟ رتبة O_3 هي الأولى .

ب - ما رتبة NO_2 ؟ رتبة NO_2 هي الأولى .

ج - اكتب قانون سرعة التفاعل مع تحديد الرتبة الكلية . $R = K\,[NO_2].\,[O_3]$ الرتبة الكلية للتفاعل هي الثانية .

د - احسب قيمة ثابت السرعة النوعية مع تحديد وحدته. $K = 0.012\ M^{-1}s^{-1}$

س7 : البيانات التالية تم الحصول عليها من التفاعل $A + B \rightarrow C$
جد الرتبة لكل متفاعل .

(الرتبة الأولى في B لأن السرعة تنخفض إلى النصف لدي إنخفاض التركيز للنصف والرتبة الثانية في A لأن السرعة تنخفض إلى الربع لدي انخفاض التركيز إلى النصف .)

[A](M)	[B]((M)	السرعة (M/s)
0.08	0.06	0.012
0.08	0.03	0.006
0.04	0.06	0.003

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س8 : حسب التفاعل التالي : $A + 2B + C \rightarrow D$ ونتيجة للتجارب العملية ، ظهرت النتائج التالية :

التجربة	[A] (M)	[B] (M)	[C] (M)	السرعة R(M/s)
1	0.1	0.1	0.1	0.028
2	0.1	0.2	0.1	0.028
3	0.2	0.1	0.1	0.057
4	0.1	0.2	0.2	0.114

س 14 **حسب التفاعل التالي : A → B ، <u>احسب وحدة ثابت سرعة التفاعل عندما يكون التفاعل :</u>**

أ – من الرتبة صفر

ب – من الرتبة الأولى

ج – من الرتبة الثانية

د – من الرتبة الثالثة

كلمة غير منسجمة مع التبرير : $R = K[A][B]^2$ - $R = K[A]^2[B]$ - $R = K[C]^3$ - $R = K[A][Z]$

مناقشة هامة :

مثال : تأمل التفاعل التالي:-

$$2NO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

قانون السرعة لهذا التفاعل هو $R = k\,[NO]^2\,.\,[H_2]$

1 – سرعة التفاعل R تتناسب طردياً مع مربع تركيز NO . $R \alpha [NO]^2$

اذا تضاعف تركيز [NO] مرتين فإن السرعة R تتضاعف اربع مرات (علاقة طرديه تربيعية)

2 – سرعة التفاعل R تتناسب طردياً مع تركيز H_2 . $R \alpha [H_2]$

اذا تضاعف تركيز [H] مرة واحدة فإن السرعة R تتضاعف مرة واحدة (علاقة طردية بالمثل)

الرتبة الكلية للتفاعل = $n + m = 2 + 1 = 3$

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

مسائل تدريبية

18. اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل $aA \rightarrow bB$ إذا كان تفاعل المادة A من الرتبة الثالثة.

19. إذا علمت أن التفاعل $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ من الرتبة الأولى للأكسجين، والرتبة الكلية للتفاعل هي الرتبة الثالثة، فما القانون العام لسرعة التفاعل؟

20. في ضوء البيانات التجريبية الواردة في الجدول الآتي، حدد قانون سرعة التفاعل: نواتج $\rightarrow aA + bB$

(ملاحظة : أي رقم مرفوع إلى القوة صفر يساوي 1. على سبيل المثال: $(55.6)^0 = 1$ و $((0.22)^0 = 1$)

بيانات تجريبية			
رقم المحاولة	التركيز الابتدائي [A](M)	التركيز الابتدائي [B](M)	السرعة الابتدائية mol/(l·s)
1	0.100	0.100	2.00×10^{-3}
2	0.200	0.100	2.00×10^{-3}
3	0.200	0.200	4.00×10^{-3}

21. تحفيز إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل: $CH_3CHO_{(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + CO_{(g)}$ هو: $R = k[CH_3CHO]^2$.

فاستعمل هذه المعلومات لتعبئة البيانات المفقودة في الجدول الآتي:

بيانات تجريبية		
رقم المحاولة	التركيز الابتدائي [A](M)	السرعة الابتدائية (mol/(l·s))
1	2.00×10^{-3}	2.70×10^{-11}
2	4.00×10^{-3}	10.8×10^{-11}
3	8.00×10^{-3}	

الأجوبة :

18. $R = k[A]^3$

19. $R = k[O_2][NO_2]^2$

20. بدراسة المحاولتين **1** و **2**، سنجد أن مضاعفة تركيز **[A]** لا يؤثّر في سرعة التفاعل؛ لذا فإنَّ رُتبة التفاعل للمادّة **A** تساوي صفرًا، وبدراسة المحاولتين **2** و **3**، فإنَّ مضاعفة تركيز المادّة **[B]** يؤدّي إلى مضاعفة سرعة التفاعل؛ لذا فرتبة التفاعل أحاديّة بالنسبة إلى المادّة **B**.

$$k[A]^0[B]^1 = k[B]$$

21. تحفيز

بدراسة المحاولتين 1 و2، تؤدّي مضاعفة تركيز $[CH_3CHO]$ إلى زيادة سرعة التفاعل بمقدار المعامل 4، وبدراسة المحاولتين 2 و3، نجد أنّ مضاعفة تركيز المادّة [B] سيؤدّي إلى مضاعفة سرعة التفاعل أيضًا بمقدار المعامل 4. لذا فالسرعة في المحاولة 3 هي: 43.2×10^{-11} mol/(L.s).

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

التقويم 1-3

الخلاصة

- تسمى العلاقة الرياضية بين سرعة التفاعل الكيميائي عند درجة حرارة وتركيز محدَّدين للمواد المتفاعلة قانونَ سرعة التفاعل.
- يحدد قانون سرعة التفاعل تجريبيًّا باستخدام طريقة مقارنة السرعات الابتدائية.

22. **الفكرة الرئيسة** **اشرح** ماذا يمكن أن نعرف عن التفاعل من خلال قانون سرعة التفاعل الكيميائي؟
23. **طبق** اكتب معادلات قانون سرعة التفاعل التي تظهر الفرق بين التفاعل من الرتبة الأولى والتفاعل من الرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة.
24. **اشرح** وظيفة ثابت سرعة التفاعل في معادلة قانون سرعة التفاعل.
25. **وضح** متى يمكن أن يصبح ثابت سرعة التفاعل k ليس ثابتًا؟ وعلام تدل قيمة k في قانون سرعة التفاعل؟
26. **اقترح** تفسيرًا لأهميّة أن نعرف أنّ قيمة قانون سرعة التفاعل هو متوسط سرعة التفاعل.
27. **فسّر** كيفية ارتباط الأسس في معادلة قانون سرعة تفاعل كيميائي بالمعاملات في المعادلة الكيميائية التي تمثله.
28. **حدد** الرتبة الكلية لتفاعل المادتين A و B إذا علمت أن معادلة سرعته: $R=k[A]^2[B]^2$.
29. **صمم تجربة** اشرح كيف يمكن تصميم تجربة لتحديد القانون العام لسرعة التفاعل باستعمال طريقة مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل: نواتج $\rightarrow aA + bB$

22. يُعبِّر قانون السرعة عن العلاقة الرياضيَّة بين سرعة التفاعل، وتراكيز الموادّ المتفاعلة.

23. إذا كان التفاعل من الرُّتبة الأولى تكون المعادلة:
$$R = k[A]$$
أمّا إذا كان التفاعل من الرُّتبة الثانية فتكون المعادلة:
$$R = k[A]^2$$

24. يربط ثابت سرعة التفاعل (k) بين سرعة التفاعل، والتركيز عند درجة حرارة معيَّنة.

25. تتغيَّر قيمة k مع تغيّر قيمة درجة الحرارة، فكلما كانت قيمة k أكبر، كان التفاعل أسرع.

26. تقلُّ سرعة التفاعل مع الزمن كلَّما قلَّت تراكيز الموادّ المتفاعلة، لذا تُعدّ سرعة التفاعل هي المعدل خلال الزمن، وليست السرعة عند لحظة معيَّنة.

27. لا توجد علاقة بصورة عامة. ولكن في حالة نادرة لتفاعل ذي خطوة واحدة، ومعقَّد منشَّط محدَّد، يمكن أن تتساوى الأسس مع المعاملات في المعادلة.

28. الرُّتبة الكلِّية للتفاعل 4، وهي مجموع الأُسس.

29. صمِّم تجربة اشرح كيف يمكن تصميم تجربة لتحديد القانون العام لسرعة التفاعل باستعمال طريقة مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل: نواتج $\rightarrow aA + bB$
لتحديد رُتبة المادة المتفاعلة A، تُقاس سرعة التفاعل لعدَّة محاولات، حيث تتغيَّر قيمة [A] في كلّ مرَّة، في حين تبقى قيمة [B] ثابتة، ولتحديد رُتبة المادَّة المتفاعلة B، تُقاس سرعة التفاعل مرات عدة، باعتبار تغيُّر قيمة [B]، في حين تبقى قيمة [A] ثابتة.

إتقان حل المسائل

48. تم الحصول على البيانات التجريبية المدرجة في الجدول من تحلل مركب الآزوميثان $CH_3N_2CH_3$ عند درجة حرارة محددة حسب المعادلة:
$$CH_3N_2CH_{3(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)} + N_{2(g)}$$

استعمل البيانات الواردة في الجدول 3-1 لتحديد قانون سرعة التفاعل.

49. استعمل بيانات الجدول 3-1 لحساب قيمة ثابت سرعة التفاعل k.

50. استعمل بيانات الجدول 3-1 لتوقع سرعة التفاعل، إذا كان التركيز الابتدائي لـ $CH_3N_2CH_3$ هو 0.048 M، ودرجة الحرارة ثابتة.

جدول 3-1 تحلل مادة الأيزوميثان

رقم التجربة	$[CH_3N_2CH_3]$ الابتدائي	السرعة الابتدائية للتفاعل
1	0.012 M	2.5×10^{-6} mol/L·s
2	0.024 M	5.0×10^{-6} mol/L·s

48. تؤدي مضاعفة تركيز الأزوميثان $CH_3N_2CH_3$ في التجربة رقم 2 إلى مضاعفة سرعة التفاعل؛ لذا تكون
متوسط السرعة $= k[CH_3N_2CH_3]$

49. $k = \dfrac{\text{متوسط سرعة التفاعل}}{[CH_3N_2CH_3]}$ $\quad k = \dfrac{2.5\times10^{-6}\ \text{mol/(L·s)}}{0.012\ \text{mol/L}} = 2.1\times10^{-4}\ \text{s}^{-1}$

50. متوسط سرعة التفاعل $= k[CH_3N_2CH_3]$ $\quad$ متوسط سرعة التفاعل $= 2.1\times10^{-4}\ \text{s}^{-1}\,(0.048\ \text{mol/L}) = 1.0\times10^{-5}\ \text{mol/(L·s)}$

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س : أجريت ثلاث تجارب مختبرية تحت شروط متماثلة للتفاعل التالي :-

$$2\,HI \rightarrow H_2 + I_2$$

مستخدما بيانات الجدول المقابل - اجب عن الأتي :

التجربة	[HI] (M)	السرعة (M/s)
1	0.015	1.1×10^{-3}
2	0.030	4.4×10^{-3}
3	0.045	9.9×10^{-3}

أ) اكتب قانون سرعة التفاعل .

ب) ما قيمة ثابت السرعة النوعية و وحدات قياسه .

س : تفاعل 0.048 g من فلز Mg (Mg = 24.3 amu) بشكل تام مع حمض الهيدروكلوريك وفقًا للمعادلة التالية

$$Mg + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

خلال 20 ثانية احسب معدل سرعة التفاعل بـ mol/s خلال هذه المدة

الجواب = 9.9×10^{-5} mol/s

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1- في التفاعل $3\,A \rightarrow C$ كان التركيز الابتدائي لـ A يساوي 0.2 M و سرعة التفاعل 1.0 M/s و بمضاعفة [A] ازدادت سرعة التفاعل بمقدار 4.0 M/s يكون قانون السرعة للتفاعل :

(أ) $R = k\,[A]^3$ (ب) $R = k\,[A]^2$ (ج) $R = k\,[A]$ (د) $R = k\,[C]^2$

2- الضوء المنبعث من قطعة الفحم المشتعلة في جو من الأكسجين النقي مقارنة بالضوء المنبعث من قطعة الفحم المسخنة في الهواء الجوي

(أ) يزيد حوالي ثلاث مرات (ب) يقل للنصف (ج) يزيد حوالي خمس مرات (د)يزيد للضعف

3- إذا كانت وحدة ثابت السرعة النوعية (k) للتفاعل التالي $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$ هي : $3M^{-1}.S^{-1}$ فان رتبة التفاعل الكلية هي

أ) صفر ب) 1 ج) 2 د) 3

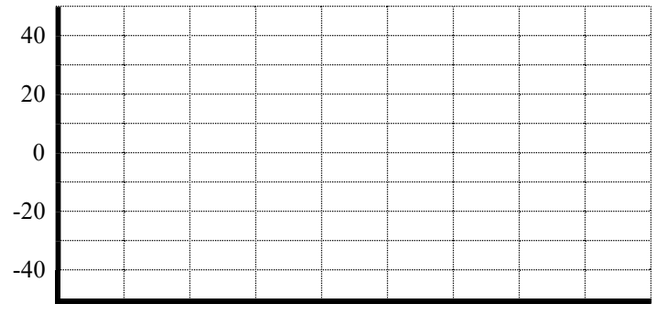
4- الزيادة الأكبر في سرعة التفاعل بين X وبين Z حيث : $R = k\,[X][Z]^2$ تنتج من :

أ) مضاعفة تركيز X ب) مضاعفة تركيز Z ج) مضاعفة تركيز X ثلاث مرات د) تقليل الحرارة

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

أجب عما يلي :

1- ارسم و رمز شكلا بيانيا للطاقة الذي يكون فيه طاقة المتفاعلات عند مستوى الصفر و $\Delta H = -40$ kJ/mol للتفاعل و Ea = 30 kJ/mol



أ - احسب طاقة تنشيط التفاعل العكسي

.....

ب - إذا تم استخدام حفاز و أصبحت Ea = 15 kJ/mol احسب طاقة تنشيط التفاعل العكسي

.....

2- التفاعل التالي : $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$

هو تفاعل من الرتبة الأولى وسرعته تساوي 1.3×10^{-4}M/s عندما يكون تركيز المتفاعل 0.04M

أ- ما قيمة السرعة عندما يكون [A] = 0.025M .

.....

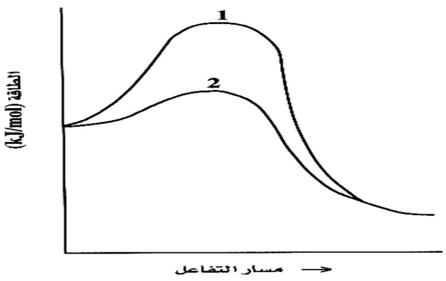
.....

ب- أوجد قيمة ثابت السرعة النوعية ووحداته

.....

.....

3- فيما يلي رسم بياني للطاقة في عملية كيميائية . أحد المنحنيين يمثل رسماً بيانياً للطاقة للتفاعل غير المحفز والمنحنى الآخر يمثل الرسم البياني للطاقة للتفاعل المحفز .و المطلوب :



أ) أي منحنى يكون له طاقة التنشيط الكبرى .....

ب) ما العلاقة بين ΔH للتفاعل المحفز وغير المحفز من حيث المقدار الحراري .....

.....

ج) أي منحى يمثل العملية المحفزة ، مع التفسير؟ .....

.....

د) لديك مجموعة من الطاقات هي kj/mol (55 , 35 , 20 , 7)

إختر الطاقة المناسبة لكل من المتفاعلات و النواتج والمعقدين المنشطين للمنحنيين ثم أكتبها على الرسم البياني ؟

4- أجريت ثلاث تجارب عملية لقياس السرعة الابتدائية للتفاعل :

$$A + B \rightarrow C$$

وكانت النتائج كما يلي :

التجربة	[A] M	[B] M	السرعة M/s
1	0.1	0.1	3.0×10^{-3}
2	0.1	0.3	3.0×10^{-3}
3	0.3	0.3	2.7×10^{-2}

أكتب قانون السرعة للتفاعل ثم حدد قيمة k ووحداته .

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س :وُجد أن لتفاعل معين قانون السرعة التالي : $R=k[A][B]^2$ كيف تتأثر السرعة بتغير العوامل التالية ؟

أ – تقليل تركيز A إلى النصف (تنخفض السرعة إلى النصف)

ب – زيادة التركيز الابتدائي لـ B إلى ثلاثة أمثال . (تزداد السرعة 9 مرات)

ج – مضاعفة تركيز A مع تقليل تركيز B إلى النصف. (تنخفض السرعة إلى النصف)

د – إضافة حفّاز. عند استعمال حفاز مناسب ، ستزداد سرعة التفاعل

س : تفاعل يتضمن المتفاعلين A و B يجري بآلية الخطوة الواحدة : $2A + B \rightarrow C$ اكتب قانون سرعة هذا التفاعل ، ما تأثير مضاعفة تركيز كل من المتفاعلين على حدة في سرعة التفاعل ؟

س : التفاعل الرمزي $X + Y \rightarrow Z$ له قانون السرعة التالي : $R_1 = k\,[X]^3[Y]$

أ – ما التأثير في سرعة التفاعل إذا خُفض تركيز Y إلى الثلث وبقى [X] ثابتاً؟

$\because R_1 = k\,[X]^3[Y]$

$\therefore R = k\,[X]^3[\frac{1}{3}Y] = \frac{1}{3}\,k[X]^3[Y] = \mathbf{\frac{1}{3}}\,R_1$ ∴ تنخفض سرعة التفاعل إلى الثلث

ب – ما التأثير في سرعة التفاعل إذا تضاعف تركيز X وبقى [Y] ثابتاً؟

$\because R_1 = k\,[X]^3[Y]$

$\therefore R = k\,[2X]^3[Y] = 8\,k[X]^3[Y] = \mathbf{8}\,R_1$ ∴ تتضاعف سرعة التفاعل إلى ثمانية أضعاف

ج – ما التأثير في سرعة التفاعل إذا أُضيف حفّاز إلى النظام سوف تزداد السرعة إذا كان الحفاز المضاف خاصاً بهذا التفاعل

س : أ - حدد المعادلة الموزونة النهائية للتفاعل ذي الآلية المقترحة التالية : (ج : $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$)

الخطوة 1 : $2NO + H_2 \rightarrow N_2 + H_2O_2$ بطئ

الخطوة 2 : $H_2 + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O$ سريع

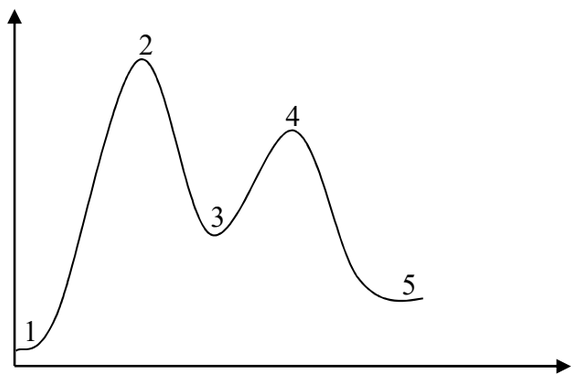
ب – أي الخطوتين هي الخطوة المحددة للسرعة ؟ (ج : الخطوة 1)

ج – ما المركب الوسيط في التفاعل أعلاه ؟ (ج : H_2O_2)

س تأمل الرسم المقابل والمعادلات التالية والتي تمثل آلية حدوث أحد التفاعلات التالية ، ثم أجب عما يليه من أسئلة :

الخطوة الأولى : $A + BC \rightarrow AC + B$

الخطوة الثانية : $AC + D \rightarrow A + CD$



أ – حدد على الرسم مقابل الأرقام الرموز المناسبة

ب – أكتب التفاعل الكلي

ج – اكتب قانون سرعة التفاعل

د – هل استخدم حفاز ؟

هـ - إذا كانت الإجابة بـ " نعم " ، رمزه

س 8 في التفاعل $3A \rightarrow C$ كان التركيز الابتدائي لـ A يساوي 0.2 وسرعة التفاعل 1.0 M/s ، وبمضاعفة [A] ازدادت سرعة التفاعل بمقدار 4.0 M/s ، حدد قانون السرعة للتفاعل. (الجواب: $R=k[A]^2$)

س 9 وُجد أن سرعة التفاعل الافتراضي بين L و M تتضاعف لدى مضاعفة تركيز L ، وتزداد 4 أمثالها لدى مضاعفة تركيز M . اكتب قانون سرعة هذا التفاعل. (الجواب : $R=k[L]\,[M]^2$)

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

س 10 عند درجة حرارة أقل من 498K يحدث التفاعل التالي : $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$ مضاعفة تركيز NO_2 تزيد من سرعة تكوين CO_2 إلى أربعة أمثال السرعة الابتدائية ، إذا بقى تركيز CO ثابتاً . لكن مضاعفة تركيز CO ليست ذات تأثير في سرعة تكوين CO_2 . اكتب قانون سرعة هذا التفاعل .

(الجواب : $R=k[NO_2]^2$)

س 11 وُجد أن قانون سرعة تفاعل معين هو $R=k[X]^3$ ما المعامل الذي تزداد بموجبه السرعة ، علماً أن X قد تضاعف إلى ثلاثة أمثال التركيز الابتدائي

(الجواب : 27)

س 12 غاز NO واحد من مكونات الضباب الدخاني(الضبخان)وأحد التفاعلات التي تضبط تركيز NO هو:
$H_{2(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + N_2O_{(g)}$ عند درجات حرارة مرتفعة ، مضاعفة تركيز H_2 تضاعف سرعة التفاعل ، بينما تزيد مضاعفة تركيز NO من سرعة هذا التفاعل أربع مرات . اكتب قانون (معادلة) سرعة التفاعل مستخدما هذه المعطيات .

(الجواب : $R=k[H_2][NO]^2$)

س 13 حدد معادلة قانون السرعة للتفاعل التالي اعتمادا على المعطيات التجريبية التالية :

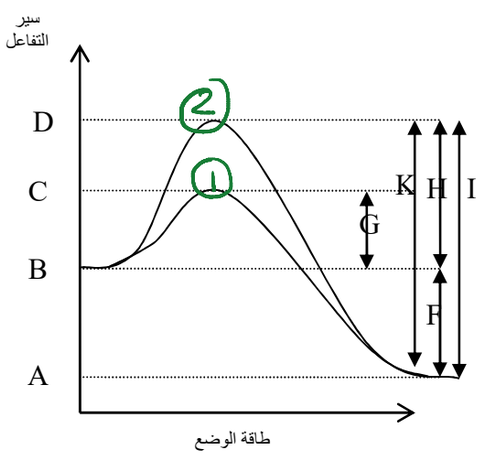
(ج : $R = k[A]^2$)

3A → B

رقم التجربة	[A]	سرعة التفاعل (M/S)
1	0.4	2.0
2	0.8	8.0

س : <u>حسب التفاعل التالي</u> : $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{NO} 2SO_3$

فإذا كان الرسم البياني التالي يمثل مخطط سير التفاعل السابق ، حدد الرمز الذي يمثل كل مما يلي :



1 – نوع التفاعل من الناحية الحرارية (طارد أم ماص للحرارة)

2 – أي التفاعلين أسرع ؟

3 – طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي للتفاعل (1) .....

4 - طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي في للتفاعل (2) .....

5 - طاقة التنشيط للتفاعل العكسي للتفاعل (1).....

6 - طاقة التنشيط للتفاعل العكسي للتفاعل (2).....

7 – طاقة المواد المتفاعلة ..... 8 – طاقة المواد الناتجة .....

9 – طاقة المركب النشط للتفاعل (1) .....

10 - طاقة المركب النشط للتفاعل (2) .....

11 – طاقة التفاعل ($\triangle H$) .....

12 – **تخير** : العلاقة بين حرارة التفاعل ($\triangle H$) للتفاعل (1) و للتفاعل (2) (متساوية – غير متساوية)

س : اختر الإجابة الصحيحة :

1 – لكي يكن النظام فعّالاً ، يلزمه أن يكون أ – ذا طاقة كافية ب – ذا اتجاه مناسب فقط ج – ذا طاقة كافية واتجاه مناسبين د – ذا آلية تفاعل	ج
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	د
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	د
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	د
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	د
6 – الروابط في المعقد النشط تخص أ – المتفاعلات فقط ب – النواتج فقط ج – المتفاعلات والنواتج معاً د – المواد الصلبة فقط	ج
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	ج
8 – ماذا يحدث في معقد نشط ؟ أ – تتكون روابط ب – تتكسر روابط ج – تتكون بعض الروابط وتتكسر الأخرى د – ينتج حفاز	د
~~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~~	أ
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	د
11 - لكي يكون التصادم فعالاً ، يلزمه أن يكون ذا: أ) طاقة كافية فقط ب) اتجاه مناسب فقط جـ) طاقة واتجاه مناسبين معاً د) آلية تفاعل .	ج
12 - إذا كان التصادم بين الجزيئات ضعيفاً ، تكون الجزيئات : أ - في الاتجاه المناسب ب - في الاتجاه غير المناسب جـ - قابلة للتفاعل د - قابلة للارتداد دون تفاعل .	د
14 - يربط قانون السرعة بين : أ - سرعة التفاعل ودرجة الحرارة ب - سرعة التفاعل والتركيز جـ - درجة الحرارة والتركيز د - الطاقة والتركيز	ب
15 - في الشكل البياني الذي يوضح تغير الطاقة مع سير التفاعل ، يظهر المعقد المنشط في : أ - يسار نهاية المنحنى ب - يمين نهاية المنحنى حـ - أسفل المنحنى د - قمة المنحنى .	د

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

أ

16 ـ تسمى الخطوة الأبطأ في الآلية :

أ ـ الخطوة المحددة للسرعة ب ـ التفاعل غير المحفز جـ ـ خطوة التنشيط د ـ لا شيء مما ذكر

ج

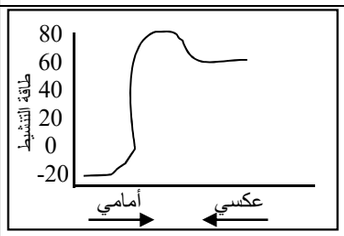
17 ـ تفاعل معين رتبته صفر في المتفاعل A ، ورتبته ثانية في المتفاعل B ، فما الذي يحصل لسرعة التفاعل عندما يتضاعف تركيز كل من المتفاعلين B , A ؟

أ ـ تبقى سرعة التفاعل كما هي . ب ـ يزداد التفاعل بمعامل مقداره 2 .

حـ ـ تزداد سرعة التفاعل بمعامل قدره 4 د ـ تزداد سرعة التفاعل بمعامل قدره 8.

أ

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



أ - +20 ب - +100

جـ - − 20 د - − 80

ب

19 – إذا علمت أن أحد التفاعلات يتم بالخطوتين التاليتين :

$$H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^-$$

$$H_2O_2 + IO^- \rightarrow H_2O + I^- + O_2$$

أي من المواد التالية يمثل عاملاً حفازاً :

أ - IO^- ب - I^- جـ - H_2O د - H_2O_2

ج

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

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

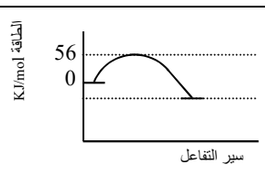
أ - 1 و 2 فقط ب - 2 و 3 فقط

جـ - 3 و 4 فقط د - 1 و 3 فقط

ب

21 – 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

جـ - 56 د - 33

(من المعادلة يتضح أن التفاعل طارد للحرارة وأن الفرق بين طاقة المتفاعلات والنواتج = 33kJ .

وطاقة المتفاعلات = صفر إذن تكون قيمة طاقة النواتج = − 33 kJ ، وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي = 56 + 33 = 89 .)

ب

23 – تغير درجة الحرارة يؤثر في سرعة التفاعل لأنه يؤثر في :

أ - طاقة المعقد المنشط ب - عدد التصادملت الفعالة جـ - حرارة التفاعل د ـ مساحة السطح المعرض

د

24 – التصادم الذي ينتج مواداً جديدة يكون :

أ - ضعيفاً في اتجاه مناسب ب - قوياً في اتجاه مناسب جـ - ضعيفاً في اتجاه غير مناسب د ـ قوياً في اتجاه مناسب

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

ب

26 - حسب التفاعل التالي : $NOCl \rightarrow NO + 1/2\ Cl_2$ ، فإذا علمت أن طاقة التنشيط للتفاعل السابق تساوي 100 kj فإن طاقة التنشيط للتفاعل المعاكس بوحدة kj :

أ – 13.8 ب – 62 ج – 100 د – 38

ج

28 - عند ارتفاع درجة الحرارة على تفاعل ما فإنها تعمل على :

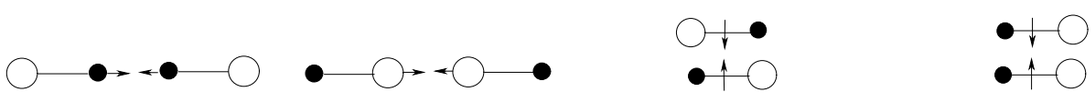
أ – تقليل قيمة ثابت السرعة ج- زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة منشطة

ب – زيادة طاقة التنشيط د – زيادة تركيز المواد المتفاعلة

أ

29 - يفكك يوديد الهيدروجين حسب التفاعل التالي : $2\ HI \rightarrow H_2 + I_2$ ، فإن الاتجاه المناسب للجزيئات المتفاعلة لكي يحدث التفاعل هو : " ملاحظة : نرمز لذرة اليود بـ ○ وللهيدروجين بـ ● ":

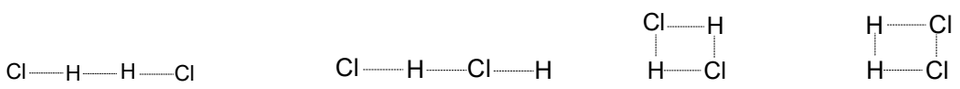
أ ب ج د



أ

30 - يتفكك غاز HCl حسب المعادلة التالية : $2HCl \rightarrow H_2 + Cl_2$ والشكل الصحيح الذي يمثل المعقد النشط لهذا التفاعل هو

أ - ب - ج - د -



ج

31 - إحدى العبارات التالية صحيحية :

أ – تصادم المواد المتفاعلة بالاتجاه المناسب يؤدي إلى حدوث تفاعل بينها

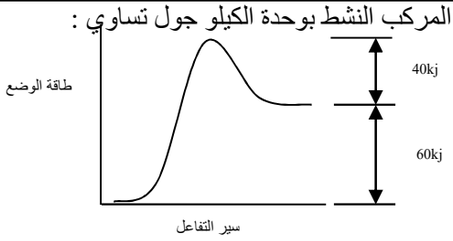
ب - تصادم المواد المتفاعلة التي تمتلك طاقة تنشيط يؤدي إلى تفاعلها

ج – كل تصادم فعال بين المواد المتفاعلة يعمل على تفاعلها

د – لا شيئ مما ذكر

ج

32 - اعتمادا على الشكل التالي فإن طاقة المركب النشط بوحدة الكيلو جول تساوي :



أ – 20 ب – 40 ج – 100 د – 60

ب

34 – تعتمد رتبة التفاعل على

أ – درجة الحرارة ب - طبيعة المواد المتفاعلة ج – طاقة التنشيط د – العامل الحفاز

د

35 – حسب التفاعل التالي : $2ICl + H_2 \rightarrow I_2 + 2HCl$ قانون سرعة التفاعل هو :

أ – $R = k\ [ICl]^2\ [H_2]$ ج – $R = [ICl]^n\ [H_2]^m$

ب – $R = k\ [I_2]\ [HCl]$ د - $R = k\ [ICl]^n\ [H_2]^m$

د

36 – حسب التفاعل $H_2O_2 + 2H^+ + 2I^- \rightarrow I_2 + 2H_2O$ ،قانون سرعة التفاعل هو : $R = K\ [H_2O_2]^x\ [H^+]^Y\ [I^-]^Z$

من المعلومات السابقة فإن جميع العبارات الآتية صحيحة عدا :

أ – رتبة التفاعل الكلية تساوي : $(x + y + z)$ ب – قيم الأسس لا يمكن تحديدها إلا تجريبيا

ج – الحرف (K) يرمز لثابت سرعة التفاعل د – من المعادلة وبدون تجارب فإن : $(X = 1\ ,\ Y = 2\ ,\ Z = 3)$

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com

37 – وحدة ثابت سرعة التفاعل من الرتبة الكلية الثانية هي : أ - $mol\ L^{-1}\ s^{-1}$ ب - $mol\ L\ s^{-2}$ ج - $L\ mol^{-1}\ s^{-1}$ د - $L\ mol\ s^{-1}$	ج
38 – إذا كان ثابت السرعة لتفاعل ما هو ($8.5\ L\ mol^{-1}\ s^{-1}$) فإن رتبة التفاعل هي : أ – الثالثة ب – الثانية ج – صفر د – لا شيئ مما سبق	ب
39 – أحد العوامل التالية يزيد من قيمة ثابت سرعة التفاعل : أ – زيادة تركيز المواد المتفاعلة ب – زيادة تركيز المواد الناتجة ج – زيادة درجة الحرارة د – نقص درجة الحرارة	ج
40 – تعتمد رتبة التفاعل على : أ – تركيز المواد المتفاعلة ب – درجة الحرارة ج – طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة د – كل ما سبق	ج
41 – إذا كانت سرعة تفاعل مادتين (A , B) هي ($4\times10^{-6}\ M\ .\ min^{-1}$) عند التراكيز (0.2 M) لكل منهما ، والرتبة هي الأولى لكل منهما أيضا ، فإن قيمة ثابت السرعة للتفاعل هي : أ – $1 \times 10^{-4}\ M.min^{-1}$ ب - $4 \times 10^{-2}\ M.min^{-1}$ ج - $3 \times 10^{-4}\ M.min$ د - $1 \times 10^{-4}\ M^{-1}.min^{-1}$	د
42 – إذا وجد للتفاعل التالي عند 80^0C أن : $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ فإن رتبة التفاعل بالنسبة للمادة المتفاعلة هي : أ – صفر ب – الأولى ج – الثانية د – الثالثة	ب
43 – إذا تضاعفت سرعة التفاعل مرتين ، عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة (A) مرتين وعند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة (B) مرتين تضاعفت سرعة التفاعل 4 مرات ، فإن ثابت السرعة تكون وحدته : $A + B \rightarrow C$ أ - $M^{-2}\ S^{-1}$ ب - $M^{-1}\ S^{-1}$ ج - $M^{-2}\ S^{-2}$ د - $M^{-2}\ S$	أ

$R\ (mol.L^{-1}.S^{-1})$	0.021	0.035	0.056
$[N_2O_5]\ (nol.L^{-1})$	0.15	0.25	4 .0

https://ibrahimelnaggar-chemistry.com