أوراق عمل الوحدة الأولى سرعة التفاعلات والوحدة الثانية الإتزان الكيميائي

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية	
موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الثاني عشر المتقدم ⇦ كيمياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-10-06 12:57:36	
ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس	المزيد من مادة كيمياء:
إعداد: حسن سرور	

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر المتقدم					
صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر المتقدم والمادة كيمياء في الفصل الأول	
حل تدريبات القسم الأول نموذج لسرعة التفاعلات من الوحدة الثانية	1
مراجعة في الطاقة والتغير الكيميائي مع الإجابات	2
حل ملزمة الوحدة الأولى الطاقة والسرعة	3
حل أوراق عمل شاملة وحدة الطاقة والسرعة	4
مذكرة للوحدة الثانية سرعة التفاعلات الكيميائية مع تطبيقات	5

الدرس الأول: نموذج لسرعة التفاعلات

التعبير عن سرعة التفاعل

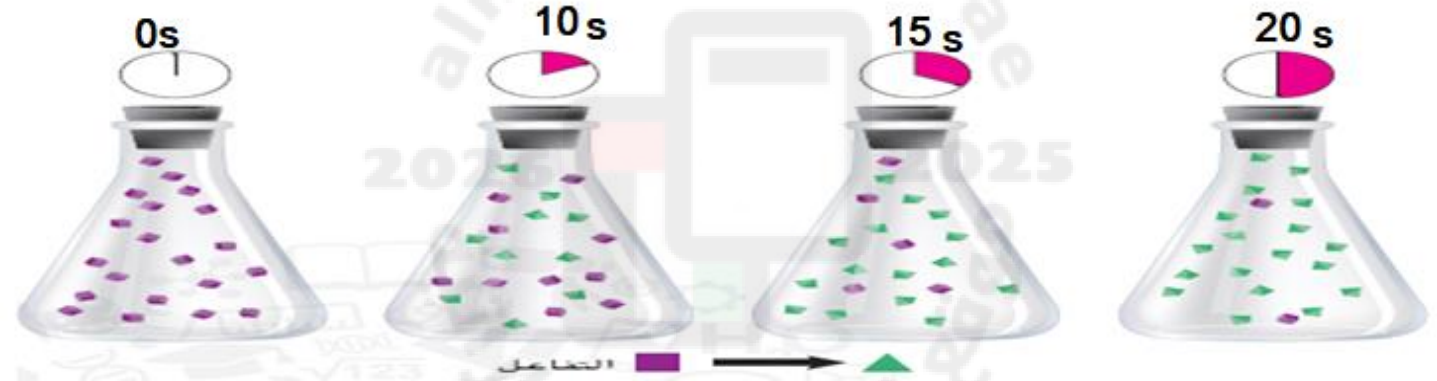
قانون معدل سرعة التفاعل او متوسط سرعة التفاعل

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = -\frac{\Delta[\text{المادة المتفاعلة}]}{\text{التغير في الزمن}} = \frac{\Delta[\text{المادة الناتجة}]}{\text{التغير في الزمن}} = \text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta \text{الكمية}}{\Delta t}$$

ملاحظة	أن كمية المادة المتفاعلة تنخفض بينما تزداد كمية المادة الناتجة.
وحدة سرعة التفاعل	ويتم التعبير بالوحدة (mol/ L .s) مول لكل لتر بالثانية يعبر عن التركيز بـ [ ] هو M التركيز بالمولارية M= mol/ L
كيف تحسب	عن طريق حساب تغيرتركيز المواد المتفاعلة المتناقصة اوتغيرتركيز المواد الناتجة المتزايدة خلال الزمن ولا يمكن حساب سرعة التفاعلات من المعادلات الموزونة .

تطبيق1 : التفاعل التالي نلاحظ انه نجد بمرورالزمن تتحول لمادة المتفاعلة إلى مادة ناتجة (تقل المتفاعلات وتزداد النواتج)

لقياس معدل سرعة التفاعل الكيميائي نحسب التغير في عدد مولات المادة المتفاعلة أو الناتجة أثناء فترة زمنية معينة



$$0\text{–}10\text{s: Rate} = \frac{10 \text{ particles} - 0 \text{ particles}}{10\text{s}} = 1 \text{ particles}$$

$$10\text{–}15\text{s: Rate} = \frac{15 \text{ particles} - 10 \text{ particles}}{5\text{s}} = 1 \text{ particles}$$

$$15\text{–}20\text{s: Rate} = \frac{18 \text{ particles} - 15 \text{ particles}}{5\text{s}} = 0.6 \text{ particles}$$

نلاحظ ان السرعة تقل مع مرور الزمن لنقصان تراكيز المواد المتفاعلة

سؤال1: قارن بين متوسط سرعة التفاعل الذي تم قياسه، خلال فترة زمنية قصيرة، مع المتوسط الذي تم قياسه خلال فترة زمنية طويلة ؟

الاجابة : كلما انخفض تركيز المواد المتفاعلة..... سرعة التفاعل.

وبالتالي فإن الفترة الزمنية الاطول تعطي ..... متوسط لسرعة التفاعل

سؤال2: قارن بين تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج خلال فترة تفاعل كيميائي بافتراض عدم إضافة مواد متفاعلة إضافية؟

الاجابة :..... تركيز المواد المتفاعلة ..... النواتج بالسرعة نفسها.

سؤال3ما الذي تدل عليه متوسط سرعة التفاعل في تفاعل كيميائي معين؟

سؤال4: لدينا التفاعل التالي $A \rightarrow B$ كيف تعبر عن متوسط سرعة التفاعل الكيميائي التركيز المادة المتفاعلة A كيف وفق يمكن مقارنة تلك السرعة مع متوسط سرعة تعتمد على الناتج B ؟

الاجابة :

تطبيق2 : عبر عن سرعة التفاعل التالي $CO_{(g)} + NO_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + NO_{(g)}$

إذا كان تركيز NO هو 0.00 M عند الزمن t_1=0.0s و 0.010 M بعد ثانيتين من بدء التفاعل،

الحل : نحسب متوسط سرعة التفاعل المعبر عنه بمولات NO الناتجة لكل لتر في الثانية

السرعة $\text{Rate} = \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \frac{[NO]t2-[NO]t1}{t2-t1} = \frac{0.010M-0.000M}{2.00s-0.00s}$ = 0.005M/S = 0.0050 mol/L·S

تطبيق : التفاعل التالي $CO\,(g) + NO_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + NO\,(g)$

بكم طريقة يمكن حساب سرعة التفاعل

الإجابة : اربع طرق

متوسط سرعة التفاعل $= -\frac{\Delta[NO2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[CO2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \frac{\Delta[CO]}{\Delta t}$

علل وضع إشارة سالبة : سرعة التفاعلات يجب أن تكون موجبة

لكن تركيز CO ينخفض كلما استمر التفاعل, لذلك توضع علامة سالب بجوار الحساب للحصول على سرعة تفاعل موجبة

معادلة متوسط سرعة التفاعل

$$\text{Rate} = -\frac{\Delta[\text{reactant}]}{\Delta t}$$

تطبيق : استخدم البيانات في الجدول التالي لحساب متوسط سرعة التفاعل.

بيانات تجريبية للتفاعل $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

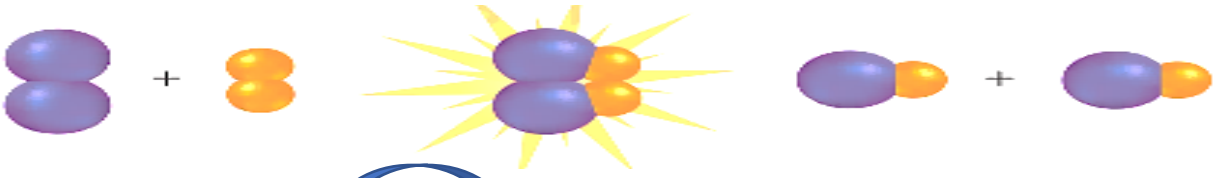
الزمن (s)	$[H_2]$ (M)	$[Cl_2]$ (M)	[HCl] (M)
0.00	0.030	0.050	0.000
4.00	0.020	0.040	

1. **احسب متوسط سرعة التفاعل معبرعنه بمولات H_2 التي يتم استهلاكها في اللتر الواحد لكل الثانية**
2. **احسب متوسط سرعة التفاعل معبرعنه بمولات Cl_2 التي يتم استهلاكها في اللتر الواحد لكل الثانية.؟**
3. **تحدي إذا كان متوسط سرعة التفاعل معبر عنه بعدد مولات HCl الناتجة يساوي 0.0050 mol/L·s فكم تركيز HCl فما بعد 4.00 s ؟**

نظرية التصادم في التفاعل بين الجزيئات A_2 و B_2 لتكوين AB **تتصادم** جزيئات المواد المتفاعلة لكي تتفاعل وتنتج جزيئات AB.

$A_2 + B_2 \rightarrow$ A-A-B-B → AB + AB

A-B
A-B

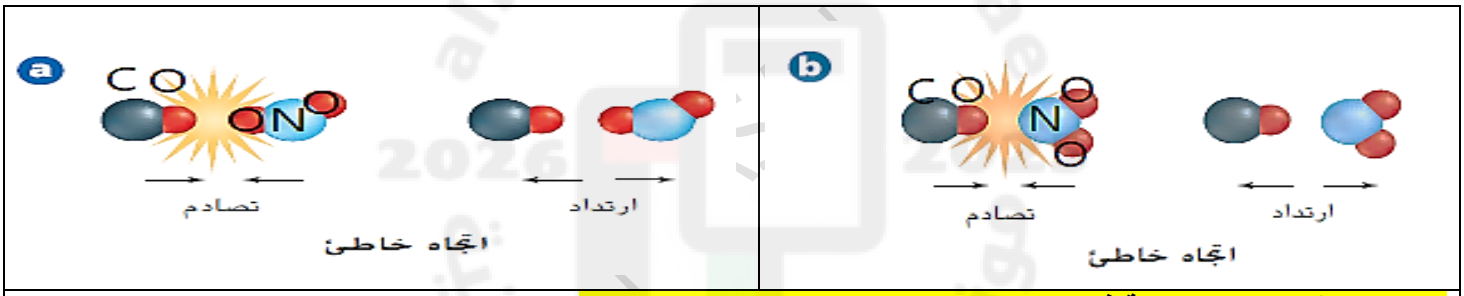


تعريف نظرية التصادم : أن الذرات والايونات والجزيئات يجب أن تتصادم لكي يحدث تفاعل بينها

تطبيق مهم $CO\ (g) + NO_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + NO\ (g)$

علل تتصادم جزيئات المواد المتفاعلة غاز أول أكسيد الكربون CO وغاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 بشكل كبير ومع ذلك، فإنه ينتج جزء صغير فقط من الاصطدامات النواتج ؟

فروض نظرية التصادم لكي يكون التصادم فعال 1 - يجب ان تصطدم المواد المتفاعلة بالاتجاه الصحيح
2- يجب ان تصطدم المواد المتفاعلة بطاقة كافية لتكوين المعقد المنشط



علل الاصطدامات الموضحة في الشكل a ,b ولا تؤدي الى حدوث تفاعل ؟
لان اتجاه الجزيئات اثناء التصادم غير مناسب حيث لا تلامس ذرة الكربونC ذرة O في لحظة تصادم فترتد الجزيئات دون تكوين روابط

علل الاصطدامات الموضحة في الشكل d ولا تؤدي الى حدوث تفاعل لعدم توفر الطاقة الكافية لحدوث التفاعل لذلك لا يحدث تفاعل بين جزيئات NO_2و CO مالم تتصادم بطاقة كافية ≤ **(طاقة التنشيط)**

علل الاصطدامات الموضحة في الشكل C تؤدي الى حدوث تفاعل ؟لان اتجاه الجزيئات اثناء التصادم مناسب وبطاقة كافية حيث تنتقل ذرة O من جزئ NO_2 الى CO في لحظة تصادم عندما يحدث ذلك يتكون المعقد المنشط (عمره قصير)

المعقد المنشط اوالحالة الانتقالية وهو عبارة عن ترتيب مؤقت وغير مستقر للذرات حيث تتكسر فيه الروابط القديمة وتتشكل روابط جديدة. قد يشكل المعقد المنشط نواتج أو قد يتفكك ليعيد تشكيل المواد المتفاعلة

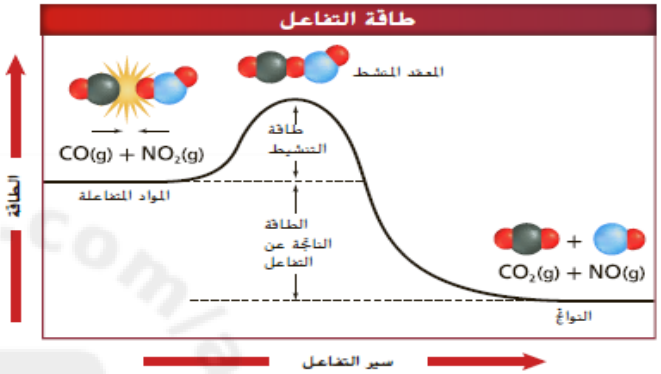
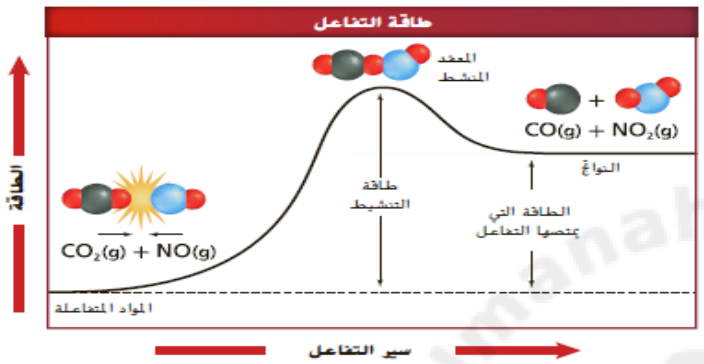
سؤال :اربط بين نظرية التصادم وسرعة التفاعل

طاقة التنشيط وسرعة التفاعل

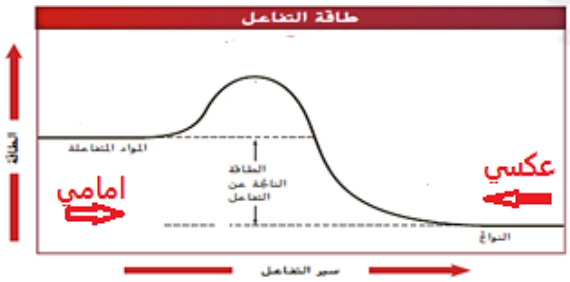
طاقة التنشيط : الحد الدنى من الطاقة الذي يجب أن تحتوي عليه الجسيمات المتفاعلة لتشكل المعقد المنشط والحصول على تفاعل وهي الطاقة الكافية لحدوث التصادم الفعال(**الطاقة التي تعطى للمتفاعلات لتكون المعقد المنشط**)

هناك حالتان لطاقة التنشيط حسب نوع التفاعل

قارن بين التفاعل الامامي والتفاعل العكسي للتفاعل $CO\ (g) + NO_2\ (g) \rightleftarrows CO_2\ (g) + NO\ (g)$

التفاعل من حيث الطاقة	التفاعل من حيث الطاقة .....
	
التفاعل طارد للحرارة تتصادم جزيئات المتفاعلات بطاقة كافية للتغلب على حاجز طاقة التنشيط, وتكون الجزيئات معقد منشطا ثم تطلق طاقة كبيرة (للمحيط). وتتكون النواتج ذات طاقة أقل من طاقة المتفاعلات	**التفاعل الماص للحرارة** هو التفاعل العكسي للطارد ,تكون طاقة المتفاعلات أقل من طاقة النواتج. ولكي تتفاعل المواد المتفاعلة، يجب أن تمتص طاقة كافية كبيرة (من المحيط) للتغلب على حاجز طاقة التنشيط ويتشكل المعقد وتشكل نواتج ذات طاقة أكبر من طاقة المتفاعلات
ملاحظة : يشير انخفاض قيمة Ea الى أن عدد كبير من التصادمات لديه طاقة كافية للتفاعل لانتاج المعقد المنشط وتكون سرعة التفاعل كبيرة	ملاحظة: يشير ارتفاع قيمة Ea إلى أن عدد قليل من التصادمات يكون لديه الطاقة المطلوبة لانتاج المعقد المنشط وتكون سرعة التفاعل بطيئة.

سؤال: بين من الشكل التالي لتحدد ما إذا كانت طاقة التنشيط الطارد للتفاعل الامامي أكبر أم أصغرمن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي الماص



تدريبات

1- صف العلاقة بين كمية طاقة التنشيط وسرعة التفاعل

2- لماذا لا ينتج دائما نواتج عن التصادمات بين جسيمين متفاعلين

3- تفاعل سرعته الثانية 2.25×10^{-2} مول لكل لتر في الثانية ما سرعته عند التعبير عنها بوحدة مول لكل لتر في الدقيقة

4- احسب متوسط سرعة التفاعل بين الجزيئات Aو B إذا كان تركيز A يتغير من 1.00 M إلى 0.50 M في 2s .

5- في التفاعل $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + MgCl_{2(aq)}$ وضع 6.00 g من Mg في بداية التفاعل وبعد مرور 3.00 min بقي منه 4.50 g .احسب متوسط سرعة استهلاك Mg بالمول في الدقيقة (24.3 g/mol= Mg)

امتحانات سابقة او متوقعة

1. المعقد المنشط هو :			
يعيد تكوين المتفاعلات دائما	بيقى دايما	قد يتحول إلى النواتج أو يتفكك ليشكل المتفاعلات	يتحول دائما إلى النواتج

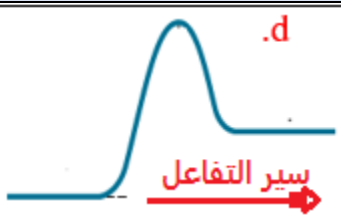
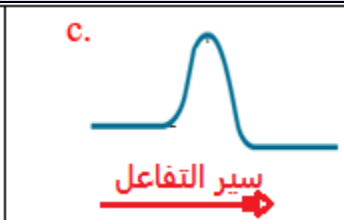
2. اي مما يلي يمثل المعقد المنشط للتفاعل $O + ClO \rightarrow O_2 + Cl$			
Cl-O + O	O-O + Cl	Cl-O-O	O-Cl-O

3. يلزم لحدوث التصادم (تصادم فعال) الذي يؤدي إلى التفاعل توفر			
آلية تفاعل في خطوة واحدة	اتجاه المناسب	الطاقة الكافية واتجاه المناسب	طاقة كافية

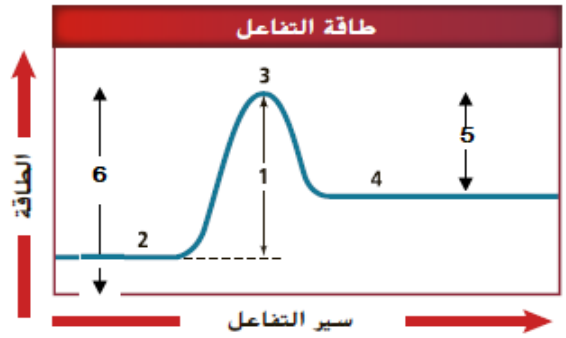
4. يسمى الحد الادنى للطاقة اللازمة لتشكيل معقد منشط ؟			
طاقة التنشيط	الطاقة الحركية	طاقة التفاعل	طاقة الوضع

5. أي العبارة الخاطئة بالنسبة للمعقد المنشط:			
طاقته اكبر من المتفاعلات	طاقته اكبر من النواتج	حالة انتقالية بين المتفاعلات والنواتج	يتحول دائما إلى النواتج

6. ماذا يحدث في المعقد المنشط؟			
تكون روابط	تكسر روابط	تتكون بعض الروابط وتنكسر أخرى	ينتج معقد اخر

7. اي الاشكال البيانية التالية يعبر عن التفاعل الامامي الابطأ			
			
			.a

8. الشكل هورسم بياني لطاقة للتفاعل
املاء الفراغ بالرقم المناسب او المصطلح المناسب



المتفاعلة المواد	طاقة التنشيط الامامي .....
المعقد المنشط	النواتج .....
نوع التفاعل الامامي	نوع التفاعل العكسي .....
طاقة التنشيط العكسي	طاقة المعقد المنشط .....

9. كيف تتغير سرعة التفاعل مع مرور الزمن

تقل	تزيد	ثابتة	تحدد حسب نوع التفاعل

الدرس الثالث : قوانين سرعة التفاعل

كتابة قوانين سرعة التفاعل

حسب الكيميائيون نتائج نظرية التصادم في قانون سرعة التفاعل

قانون سرعة التفاعل : يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي(R) وتركيز المواد المتفاعلة.عند درجة حرارة محددة

مثال : $A \rightarrow B$ عبارة $Rate = k[A]$

حيث ان سرعة التفاعل تتناسب طرديا مع التركيز المولاري للمركب A المتفاعل

تعريف قانون سرعة التفاعل هو حاصل ضرب ثابت سرعة التفاعل K في تراكيز المواد المتفاعلة

k ثابت السرعة النوعية : هو قيمة عددية تقيم علاقة بين سرعة التفاعل وتراكيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة محددة.

- ثابت سرعة التفاعلK له قيمة محددة لكل تفاعل لا يتغيرمع تغير التركيزو لكنه يتغير مع الحرارة.
- و له وحدات قياس مختلفة باختلاف نوع التفاعل

مثال اوجد وحدة الثابت اذا كان قانون السرعة $R=K[NO]^2$

أسئلة مهمة

1- ما الحالة التي يتغير فيها ثابت السرعة النوعية ؟ ماذا تستدل من قيمة k الكبيرة في ما يتعلق بسرعة التفاعل؟

الإجابة: عند تغير درجة الحرارة .....و كلما ..... قيمة k زادت سرعة التفاعل.

2- ما الذي يوضحه قانون السرعة لتفاعل كيميائي معين عن التفاعل

الإجابة: يعبر قانون السرعة عن العلاقة الرياضية بين ..... وتراكيز .....

3- وضح وظيفة ثابت السرعة النوعية في معادلة قانون السرعة.

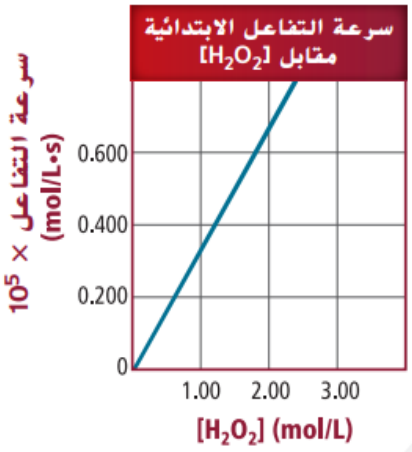
الإجابة: يربط ثابت السرعة النوعية k بين .....

قوانين سرعة التفاعل من الرتبة الأولى

لدينا $R=K[A]$

تعريف رتبة التفاعل: هو الرقم العلوي الذي يمثل الأس للمادة المتفاعلة

وهنا الاس $R=K[A]$ هو 1



مثال تفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين $H_2O_2 \rightarrow H_2+O_2$

قانون سرعة التفاعل لهذا النوع من التفاعل هو $R=K[H_2O_2]$

تركيز H_2O_2 مرفوعة الى الاس 1

أي ان $[H_2O_2]^1$:فان رتبة التفاعل من **الرتبة الاولى.**

هذا يعني

- ان سرعة التفاعل ستتغير بنفس التغيرفي تركيز $[H_2O_2]$
- انخفض تركيز H_2O_2 الى النصف فان سرعة التفاعل ستنخفض أيضا بمقدار النصف

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

قوانين سرعة التفاعل لرتب أخرى

الرتبة الكلية للتفاعل: هي تانج جمع رتب المواد المتفاعلة في معادلة السرعة.

ملاحظة: الكثيرمن التفاعلات و بخاصة تلك التي تحتوي على أكثر من مادة متفاعلة **ليست من الرتبة الاولى.**

مثال $aA + bB \rightarrow$ **نواتج**

سيكون القانون العام لسرعة التفاعل المكون من خطوتين $R=K[A]^m[B]^n$ **: حيث,** **m و n يمثلان رتب التفاعل.**

ملاحظة: اذا حدث التفاعل بين A و B في خطوة واحدة و تكون (معقد نشط واحد) فقط فستكون المعاملات هي الرتب $a=m$ و $b=n$ وهذا غير محتمل لأن تفاعلات الخطوة الواحدة ليست شائعة.

(مثال تطبيقي) لتفاعل مكون من اكثر من خطوة

التفاعل المتعدد الخطوات $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$

قانون سرعة التفاعل له يكون $R=K[H_2][NO]^2$ حيث ان الرتب لا تساوي المعاملات لماذا .....

يحدد قانون السرعة من البيانات التجريبية وهو **من الرتبة الثانية فيNO من الرتبة الاولى في H_2**

الرتبة الكلية للتفاعل هي مجموع الرتب (مجموع الأسس)(الذي هو 2+1=3)

تدريبات:

1- اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل $aA \rightarrow Bb$ اذا كان تفاعل المادة A من الرتبة الثالثة.

2- اذا علمت أن التفاعل نواتج $\rightarrow 2NO + O_2$ من الرتبة الاولى بالنسبة للاكسجين و الرتبة الكلية للتفاعل هي الرتبة الثالثة . فما القانون العام لسرعة التفاعل؟

تحديد رتبة التفاعل

تحدد طريقة السرعات الابتدائية رتبة التفاعل

حيث تقاس **السرعة الابتدائية** للتفاعل في اللحظة التي يتم فيها اضافة المواد المتفاعلة ذات التركيز المعروفة و خلطها ببعضها

مثال توضيحي انظر الى التفاعل العام التالي: نواتج $\rightarrow aA + bB$

وافترض أنه أجري ثلاث مرات بتراكيز مختلفة لكل من A و B و أن سرعة التفاعل الابتدائية كما هو مبين

السرعات التجريبية نواتج $\rightarrow aA + bB$

قانون سرعة التفاعل العام لهذا النوع من التفاعلات هو $R=K[A]^m [B]^n$

تجربة	التركيز الابتدائي[M][A]	التركيزالابتدائي[M][B]	mol/(L.s)
1	0.100	0.100	$2.00X10^{-3}$
2	0.200	0.100	$4.00X10^{-3}$
3	0.200	0.200	$16.00X10^{-3}$

طريقة تحديد قيمة الاس m في المادة[A]

قارن بين تركيز[A] وسرعة التفاعل في التجربتين الاولى و الثانية حيث تركيز المادة [B] ثابتا.

- عند تضاعف تركيز المادة [A]في 1الى 2 نجد سرعة التفاعل تضاعف من 1 الى 2 مما يعني أن تفاعل المادة [A] أحادي الرتبة. تكون قيمة m تساوي 1

طريقة تحديد قيمة الاس n في المادة : [B]

قارن بين تركيز[B] وسرعة التفاعل في التجربتين الثانية والثالثة حيث تركيز المادة [A] ثابتا.

- عند تضاعف تركيز المادة [B]2 الى 3 نجد سرعة التفاعل تضاعف اربع مرات من 2 الى 3 مما يعني أن تفاعل المادة[B] ثنائي الرتبة. تكون قيمة n تساوي 2

النتيجة وهذايوصلنا الى القانون العام الاتي لسرعة التفاعل كما يلي $R=K[A]^1 [B]^2$:

لذا فان التفاعل بشكل عام من الرتبة الثالثة. مجموع الأسس 1+2=3

ملاحظة مهمة : قانون سرعة التفاعل يؤخذ من معادلة التفاعل **مباشرة اذا كان يمر بخطوة واحدة فقط.**

مثال: باعتبار هذا التفاعل التالي مكون من خطوة واحدة فقط $A \rightarrow B$

يكون قانون سرعة تفاعله على النحو الآتي$R=K[A]$

تدريبات

1- اكتب معادلات قانون السرعة للتفاعل من الرتبة الاولى بمادة متفاعلة واحدة وتفاعل من الرتبة الثانية بمادة متفاعلة واحدة.

2- حدد الرتبة الكلية لتفاعل المادتين A و B اذا علمت أن معادلة سرعته: $R=K[A]^2\ [B]^2$

3- إذا كانت معادلة تفاعل عام $A + B \rightarrow AB$. بناء على البيانات التجريبية، التفاعل من الدرجة الثانية في المادة المتفاعلة A إذا قل تركيز A إلى النصف وبقيت كل الظروف ألاخرى ثابتة، فكيف تتغير سرعة التفاعل

ملاحظة مهمة: اذا كان التغير في تركيز احدى المواد المتفاعلة لا يؤثر على سرعة التفاعل فان رتبة التفاعل لهذه المادة تساوي صفر

3- في ضوء البيانات التجريبية الواردة في الجدول الآتي .حدد قانون سرعة التفاعل نواتج $a\ A + b\ B \rightarrow$
ملاحظة: أي رقم مرفوع الى القوة صفر يساوي 1.

التجربة	التركيز الابتدائي[M][A]	التركيزالابتدائي[M][B]	mol/(L.s)
1	0.100	0.100	$2.00x10^{-3}$
2	0.100	0.200	$2.00x10^{-3}$
3	0.200	0.200	$4.00x10^{-3}$

رتبة B	رتبةA
قانون سرعة التفاعل	قيمة ثابت السرعة

4- اذا علمت أن قانون سرعة التفاعل : $CH_3CHO \rightarrow CH_4+CO$ هو $R=K[CH_3CHO]^2$:
فاستعمل هذه المعلومات لتعبئة البيانات المفقودة في الجدول الآتي:

رقم المحاولة	التركيز الابتدائي(M) [CH3CHO]	السرعة الابتدائية(mol/(L.s)
1	$2.00X10^{-3}$	$2.70X10^{-11}$
2	$4.00X10^{-3}$	$10.8X10^{-11}$
3	$8.00X10^{-3}$	

أسئلة إضافية

1- ما العلاقة بين الاسس في قانون السرعة لتفاعل كيميائي والمعاملات في المعادلة الكيميائية

2- في طريقة السرعات الابتدائية المستخدمة لتحديد قانون السرعة للتفاعل الكيميائي، ما دلالة كلمة ابتدائية؟

امتحانات سابقة

1- في التفاعل: $2NO_{2(g)} + F_{2(g)} \xrightarrow{(Pt(s))} 2NO_2F_{(g)}$

أعطت ثلاث تجارب عملية النتائج المرفقة، وظفها للإجابة

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}	$8.8\times^{-2}$

رتبة $[NO_2]$ = | رتبة $[F_2]$ =

قانون سرعة التفاعل : | هل يحدث التفاعل في خطوة واحدة ولماذا ؟

احسب قيمة ثابت السرعة النوعية للتفاعل تحديد وحدته.

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

2- نجد في هذا التفاعل الرمزي $X + Y \rightarrow Z$ **له قانون سرعة** $R=k[X]^2[Y]^2$

إذا قل تركيز X إلى النصف مع بقاء تركيز Y ثابتا فإن السرعة

تبقى كما هي	تقل إلى الربع	تقل السرعة الى النصف	تزيد اربع اضعاف

3- يعمل ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) الناتج عن احتراق الوقود في السيارات على تفكك طبقة الأوزون وفق التفاعل

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

أجريت ثلاث تجارب عملية لقياس السرعة الإبتدائية لهذا التفاعل اختر الإجابة الصحيحة التي تعبر عن قانون السرعة

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}

طريقة الحل

$R=K[NO_2][O_3]$	$R=K[NO_2][O_3]^2$
$R=K[O_3]$	$R=K[NO_2]^2[O_3]^2$

4- نجد في هذا التفاعل الرمزي $X + Y \rightarrow Z$ له قانون سرعة $R=k[X][Y]^2$
إذا زاد تركيز X إلى ثلاث اضعاف مع بقاء تركيز Y ثابتا فإن السرعة

تبقى كما هي	تزيدالسرعة إلى ثلاثة أضعاف	ترتفع السرعة إلى تسعة اضعاف	تقل السرعة إلى الثلث

5- تفاعل معين رتبته أولى في المتفاعل A ورتبة ثانية في المتفاعل B فما الذي يحدث لسرعة التفاعل عندما يتضاعف تركيزا كل من A و B

تبقى سرعة التفاعل هي نفسها	تزداد سرعة التفاعل بمعامل مقداره 2	تزداد سرعة التفاعل بمعامل مقداره 4	تزداد سرعة التفاعل بمعامل مقدراه بمعدل 8

6- إذا علمت إن وحدة ثابت السرعة النوعية K هي (L/(Mol . S)، يكون قانون السرعة

$R=K[A]$	$R=K[A][B]$	$R=K[A]^2[B]$	$R=K[A]^3$

الدرس الرابع: سرعة التفاعل اللحظية وآلية التفاعل

سرعة التفاعل اللحظية

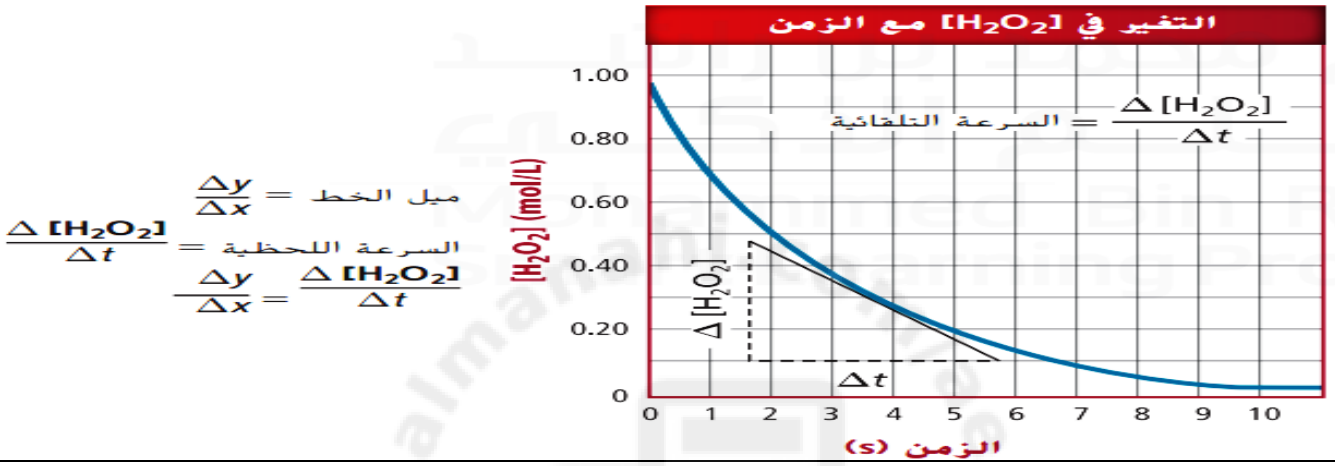
لدينا التفاعل التالي $H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

مع مرور الزمن ينقص في تركيز H_2O_2 وبالتالي تقل سرعة التفاعل أثناء سير التفاعل

السرعة اللحظية هي سرعة التفاعل في زمن محدد.

وهي ميل الخط المستقيم المماس للمنحنى في نقطة واحدة (زمن محدد)

أي معدل التغيير في تركيز H_2O_2 في زمن محدد $= \Delta[H_2O_2]/\Delta t$



$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{ميل الخط}$$

$$\frac{\Delta [H_2O_2]}{\Delta t} = \text{السرعة اللحظية}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta [H_2O_2]}{\Delta t}$$

طريقة أخرى لتحديد السرعة اللحظية بدون حساب الميل

اذ علم تراكيز المتفاعلات في درجة الحرارة معينة ولحظة معينة وقانون السرعة المحدد تجريبيًا وثابت السرعة النوعية عند درجة الحرارة نفسها.

مثال 1: احسب السرعة اللحظية عند تحلل خامس أكسيد ثنائي $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

اذا علمت ان قانون السرعة لهذا التفاعل هو $Rate = K [N2O5]$

ثابت السرعة $K = (1.0 \times 10^{-5}\ s^{-1})$ **تركيز المتفاعلات** $[N_2O_5] = 0.350\ M$

الحل : $Rate = (1.0 \times 10^{-5}\ s^{-1})\ (0.350 mol/L) = 3.5 \times 10^{-6}\ mol/(L \cdot s)$

مثال 2 : لدينا التفاعل التالي $2NO(g) + H_2(g) \rightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$

هو من الرتبة الأولى في H_2والرتبة الثانية في NO وثابت السرعة النوعية له $= 2.90 \times 10^2\ (L^2/(mol^2.s))$

احسب سرعة التفاعل حيث ان تركيز المواد المتفاعلة اللحظية هو $[NO] = 0.00200\ M$ $[H_2] = 0.00400\ M$.

الحل : اكتب قانون السرعة $Rate = k[NO]^2[H_2]$.

$$Rate = (2.90 \times 10^2\ L^2/mol^2 \cdot s))(0.00200\ mol/L)^2\ (0.00400\ mol/L)$$

$$Rate = 4.64 \times 10^{-6}\ mol/(L \times s)$$

تحدي :احسب [NO] للتفاعل نفسه إذا كانت السرعة , 9.00 x 10-5 mol/(L.s) و $(H_2) = 0.00300.M$

1- احسب التفاعل بين A وB لتكوين AB من الرتبة الاولى في A ومن الرتبة الأولى في B.
K، ثابت السرعة النوعية يساوي 0.500 mol/L .s
ما سرعة التفاعل عندما يكون [B] = 1.50 × 10-2 M [A] = 2.00 × 10-2 M ؟

2- خامس أكسيد ثنائي النيتروجين يتفكك وفق المعادلة $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$
بسرعة $2.48 \times 10^{-4}\ mol/(L \cdot min)$ عند درجة حرارة معينة
اذا علمت ان التفاعل يكون من الرتبة الأولى في N_2O_5 . و كان التركيز الابتدائي $[N_2O_5]$ 0.400 mol/L
أولا : احسب ثابت السرعة النوعية.

ثانيا : ما هو بالتقريب $[N_2O_5]$ بعد استمرار التفاعل لمدة 1.30 ساعة

آليات التفاعل

تحدث معظم التفاعلات الكيميائية في تفاعلين أو أكثر من التفاعلات البسيطة.

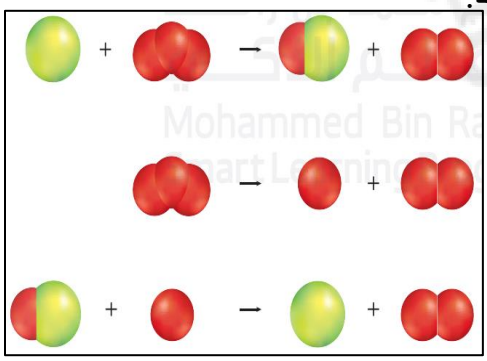
ان التفاعل $2O_3 \rightarrow 3O_2$ يحدث في ثلاث خطوات

1) $Cl + O_3 \rightarrow O_2 + ClO$ **بسبب الأشعة فوق البنفسجية تتحرر ذرات الكلور التي تفكك الأوزون**
2) $O_3 \rightarrow O + O_2$ **تسبب الأشعة فوق البنفسجية حدوث تفاعل الانحلال**
3) $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$ **الناتج في الخطوة 1 يتفاعل مع O الناتج في الخطوة2**

$2O_3 \rightarrow 3O_2$ **التفاعل المعقد: وهو ناتج جمع المعدلات**

التفاعل المعقد هو الذي يتكون من خطوتين أو أكثر من الخطوات الأولية.

آليات التفاعل هي عبارة عن الترتيب الكامل للخطوات الأولية المكوّنة للتفاعل المعقد.



العامل المحفز (الحفاز) : يتفاعل في خطوة(متفاعل)
ويخرج في خطوة تالية (ناتج)
وهنا ذرات الكلور Cl هي المحفز تتفاعل في الخطوة 1 وتنتج في الخطوة 3،
المادة الوسطية هي المادة الناتجة في خطوة أولية من تفاعل معقد
ومستهلك (متفاعل) في خطوة أولية تالية
O و ClO وسيطين لأنه تم تكوينهما في الخطوة 1و2
ويتم استهلاكهما في التفاعل في الخطوة 3 يُطلق عليهما
ملاحظة : لا تظهر الحفازات ولا المواد الوسيطية في المعادلة النهائية

ملاحظة على الماشي استيعاب آليات التفاعل ضروري للمهندسين الكيميائيين وظائفهم في كثير تركيب مواد في المختبر

3- ميّز بين المادة الوسطية والمعقد المنشط.

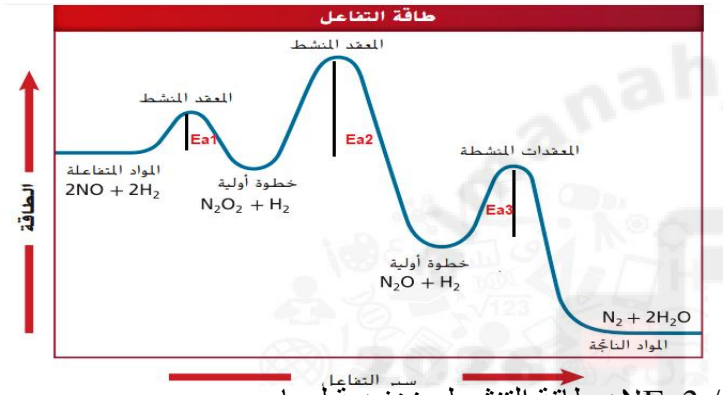
4- ميّز بين التفاعل البسيط والتفاعل المعقد، من حيث الخطوة أولية وآلية التفاعل.

التحقق من اليات التفاعل كيف نكتشف وجود المادة الوسطية كيف تتكسر الروابط وتتكون في تفاعل كيميائي؟
هذه العمليات تستغرق زمنًا قصيرًا يقاس بالفمتوثانية هي fs واحد من المليون من المليار من الثانية.
تمكن العالم أحمد زويل من حساب وتصوير النشاط التفاعل الكيميائي
ابتكر جهاز ليزر يُصدر "ومضات" كل 10 فمتوثانية فائق السرعة
حيث سجل لأكثر من 1014 لقطة في الثانية تصف تكوين وكسر الروابط وتكون المواد الوسيطة الممكنة
استطاع زويل أن يشاهد التفاعل بين البنزين C_6H_6 واليود I_2 على مدار 1500 fs
اصطدام اليود مع البنزين مما أدى إلى كسر الرابطة بين ذرات اليود ثم تحركت الذرتان بعيداً عن بعضهم البعض.
فسّر أهمية طرق كيمياء الفيمتو لدراسة آليات التفاعل.
تتيح مثل هذه التكنولوجيا للكيميائيين اختبار الفرضيات حول المواد الوسيطة الممكنة وآليات التفاعل.

الخطوة المحددة للسرعة

سرعة التفاعل المعقد الذي يتم في عدة خطوات تعتمد على الخطوة الأبطأ، فهي التي تحدد سرعته
تُسمى الخطوة الأولية الأبطأ.
حيث ان التفاعل لا يكون أسرع من خطوته الأولية الأبطأ.
مثال: تتكون آلية هذا التفاعل من الخطوات الأولية التالية:

(سريع) $2NO \rightarrow N_2O_2$
(بطيء) $N_2O_2 + H_2 \rightarrow N_2O + H_2$
(سريع) $N_2O + H_2 \rightarrow N_2 + H_2O$
$$2NO\ (g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$



ملاحظة تحدث الخطوتان الأولى والثالثة بسرعة نسبيًا
Ea2 مقارنة بالخطوة الثانية ذات طاقة تنشيط مرتفعة Ea1 / Ea3 لان طاقة التنشيط منخفضة لهما
الثانية هي الخطوة المحددة للسرعة وبالتالي فإن الخطوة البطيئة

5- اذكر العلاقة بين قيمة طاقة التنشيط لخطوة أولية في تفاعل معقد وسرعة تلك الخطوة.

6- افترض أن تفاعلاً كيميائيًا يحدث في خطوتين (الخطوة 1 $A + B \rightarrow C$) سريعة
(الخطوة 2 $C + D \rightarrow E$) بطيئة

a) ماذا تسمى المادة C.....
b) ماذا تسمي الخطوات 1 و 2 .....
c) وفي أي خطوة في آلية التفاعل هي الخطوة المحددة للسرعة؟ فسّر.....

7- في الشكل التالي
حدد كل المسميات 1.2.3.4.5.6.7 ماهي
معقد نشط، .....
المادة الوسطية،.....
المواد.....
المتفاعلة.....
النواتج. .....

■ الشكل 23

8- يحدث تفكك كلوريد النتريل وفق الخطوتين

الخطوة 1 $NO_2Cl(g) \rightarrow NO_2(g) + Cl(g)$

الخطوة 2 $NO_2Cl(g) + Cl(g) \rightarrow NO_2(g) + Cl_2(g)$

-ما التفاعل الكلي؟.....

-ما المادة الوسطية في هذا التفاعل؟..... لماذا سميت بهذا الاسم ؟.....

أسئلة امتحانات سابقة

1- يحدث التفاعل التالي وفق الاليات التالية حدد من هي المادة الوسيطية في التفاعل $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$	$Cl_2 \rightarrow 2Cl$ $Cl + H_2 \rightarrow H_2Cl$ $H_2Cl + Cl \rightarrow 2HCl$
Cl فقط / H_2Cl و Cl	
H_2Cl فقط / Cl_2 و H_2	

2- ماذا تسمي الترتيب الكامل للخطوات الأولية المكونة للتفاعل المعقد :			
آليات التفاعل	**المعقد المنشط**	**قانون السرعة**	**سرعة التفاعل**

3- بشكل عام ،يعتمد قانون سرعة التفاعل مباشرة على:			
الخطوة الأخيرة في مسار التفاعل	**الخطوة الأبطأ للسرعة**	**المعادلة الكيميائية النهائية**	**الخطوة الأولى لمسار التفاعل**

4- اذا علمت أن أحد التفاعلات بالخطوتين التاليتين أي المواد يمثل حفاز	$H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^-$ $H_2O_2 + IO^- \rightarrow I^- + O_2 + H_2O_2$ أي المواد يمثل حفاز
IO^- / I^-	
I^- / H_2O_2	
I^- و IO^-	

5- إذا كانت آلية التفاعل الآتي $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$ **تتم في خطوتين :**

الأولى بطيئة وهي $2NO + H_2 \rightarrow N_2O + H_2O$

اكتب المعادلة التي تمثل الخطوة الثانية السريعة .

ما المادة الوسيطة في هذا التفاعل ؟ .....

6- تمثل المعادلات في الجدول المجاور آلية تفاعل تأمل هذه المعادلات ثم أجب عما يلي **A- ما المواد الوسيطة ؟** ..... **B- ما هي الخطوة المحددة للتفاعل**	**الأولى**	$H_2 + NO \rightarrow H_2O + N$	**سريعة**
	الثانية	$N + NO \rightarrow N_2 + O$	**بطيئة**
	الثالثة	$O + H_2 \rightarrow H_2O$	**سريعة**
C- اكتب التفاعل الكلي.....			

7- افترض تفاعلا يحدث في ثلاث خطوات أولية **امتحان 2023/2024/ 2025**

رقم الخطوة الأولية Elementary step number	سرعة كل خطوة Rate of each step mol/(L.min)	معادلة كل خطوة أولية Equation of each elementary step
1	$R_1=32$	$H_3A_{(aq)} \rightarrow H_2A^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$
2	$R_2=26$	$H_2A^-_{(aq)} \rightarrow HA^{2-}_{(aq)} + H^+_{(aq)}$
3	$R_3=16$	$HA^{2-}_{(aq)} \rightarrow A^{3-}_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

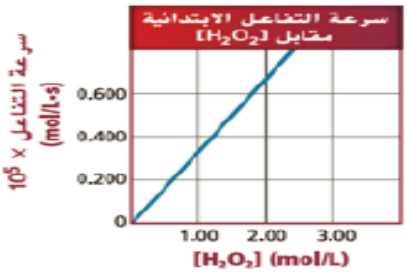
أي مما يلي صحيح

	المواد الوسيطة Intermediates substances	رقم الخطوة المحددة لسرعة التفاعل Rate-determining number step	التفاعل المعقد Complex reaction
A	$H_2A^-_{(aq)}$ ، $H^+_{(aq)}$	2	$H_3A_{(aq)} \rightarrow A^{3-}_{(aq)} + 3H^+_{(aq)}$
B	$H_2A^-_{(aq)}$ ، $HA^{2-}_{(aq)}$	1	$HA^{2-}_{(aq)} \rightarrow A^{3-}_{(aq)} + 3H^+_{(aq)}$
C	$H_2A^-_{(aq)}$ ، $H^+_{(aq)}$	3	$H_2A^-_{(aq)} \rightarrow HA^{2-}_{(aq)} + 3H^+_{(aq)}$
D	$H_2A^-_{(aq)}$ ، $HA^{2-}_{(aq)}$	3	$H_3A_{(aq)} \rightarrow A^{3-}_{(aq)} + 3H^+_{(aq)}$

8- نواتج → A + B + C إذا كان $Rate = k[B]^2[C]$ $k = 6.92\times10^{-5}\ L^2/(mol^2.s)$
ما هي السرعة اللحظية [C] = 0.315 M , [B] = 0.230 M , [A] = 0.175 M

1.15×10^{-6} mol/(L.s)	6.41×10^{-7} mol/(L.s)
8.77×10^{-7} mol/(L.s)	5.01×10^{-6} mol/(L.s)

7- التفاعل التفكك التالي $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
التفاعل من الرتبة الأولى، ويوضّح الرسم البياني العلاقة بين سرعة تفككه وتركيزه عندما يكون تركيز $[H_2O_2] = 1.50\ mol/L$.
أيُّ ممّا يلي هو الوحدة الصحيحة لثابت السرعة النوعية k



a. L / (mol·s)	d .s
b. L^2 / (mol^2·s)	c $.s^{-1}$

1- في التفاعل الغازي $I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl$: **امتحان 2025/2024**
يتغير تركيز $[I_2]$من 0.400 M عند 0.00 min إلى 0.3840 M عند 4.00 min.
ما متوسط سرعة التفاعل بمولات I_2 المستهلكة (mol/L·min) ؟

a) +0.004 mol/(L.min)	b) −0.004 mol/(L.min)	c) +0.01 mol/(L.min)	d) −0.01 mol/(L.min)

2- باستخدام البيانات التجريبية في الجدول التالي، إذا كان متوسط معدل التفاعل معبراً عنه بمول/لتر·ثانية من جزيئات NO المتكونة يساوي 0.05 mol/L·s فما تركيز NO بعد 0.100 ثانية؟ امتحان 2023/2024

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$

[NO] (M)	$[O_2]$ (M)	$[N_2]$ (M)	Time (s)
0.000	0.300	0.500	0.00
?	0.250	0.450	0.100
a) 0.02	b) 0.2	c) 0.5	d) 0.005

الدرس الأول: حالة الاتزان الديناميكي

الاتزان قد تصل التفاعلات الكيميائية الى نقطة توازن أو اتزان .(تفاعل امامي وتفاعل عكسي يعملان معا)

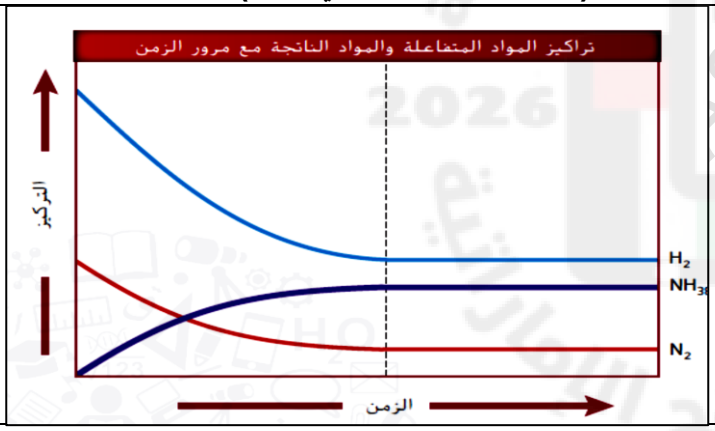
ينتج غاز الامونيا NH_3 **بطريقة هابر من تفاعل غاز النتروجين وغاز الهيدروجين**

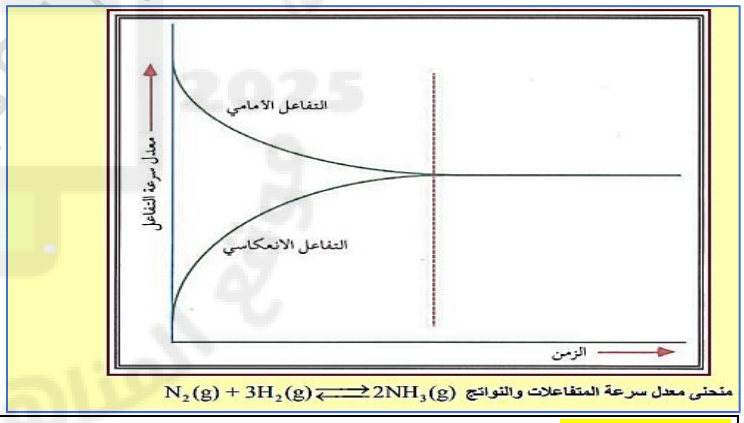
تتكون الأمونيا ببطء شديد وفق هذا التفاعل الامامي $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ **التفاعل الامامي**

$N_2 + 3H_2 \leftarrow 2NH_3$ **التفاعل العكسي**

والأمونيا مهمة تستخدم كسماد /وتضاف إلى الأعلاف الحيوانية /مادة خام لصناعة النايلون ،

لإنتاج الأمونيا بسرعة عملية ، يكون بدرجة حرارة أعلى ، و ضغط أكبر(لماذا ؟ الاجابة ستاتي لاحقا)





مراحل التفاعل

1- تركيز **المواد الناتجة** يكون **صفرا** في البداية **ويزيد** تدريجيا مع مرور الزمن

2- تستهلك **المواد المتفاعلة** أثناء التفاعل، لذلك **يقل** تركيزها تدريجيا.

3- وبعد مرور فترة من الزمن لا تتغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة **وتصبح كلها ثابتة**

تدل **الخطوط الافقية (المستقيمة)** على الجانب الايمن من الرسم البياني اي ان التفاعل أصبح متزن

سؤال: ماذا يحدث لتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة مع مرور الزمن وعند الوصول للاتزان

سؤال : ماذا يحدث لسرعة التفاعل الامامي والعكسي مع مرور الزمن وعند الوصول للاتزان

نستنتج انه عند الاتزان

1- سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل العكسي

2- التراكيز تبقى ثابتة وليست بالضرورة متساوية

التفاعل المكتمل : تفاعل كيميائي تتحول فيه المتفاعلات الى نواتج باتجاه واحد مثال : $CO_{(g)} \rightarrow C_{(s)} + 1/2O_{2(g)}$

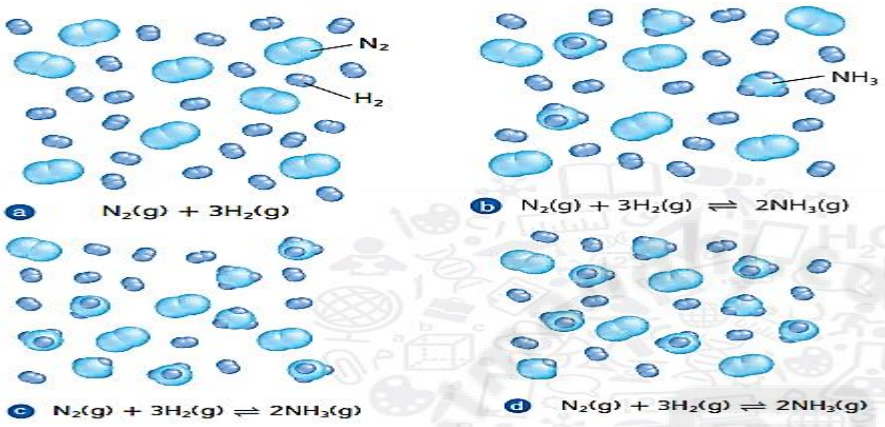
التفاعل الانعكاسي : التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الاتجاهين الامامي والعكسي

تستخدم ($\rightleftharpoons$) للدالة على التفاعل الانعكاسي المتزن $3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3$ **وهو عبارة عن تفاعلين**

التفاعل العكسي $N_2 + 3H_2 \leftarrow 2NH_3$

التفاعل الامامي $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

اذكر ماذا يحدث في كل حالة وفي اي حالة التفاعل يصل للاتزان



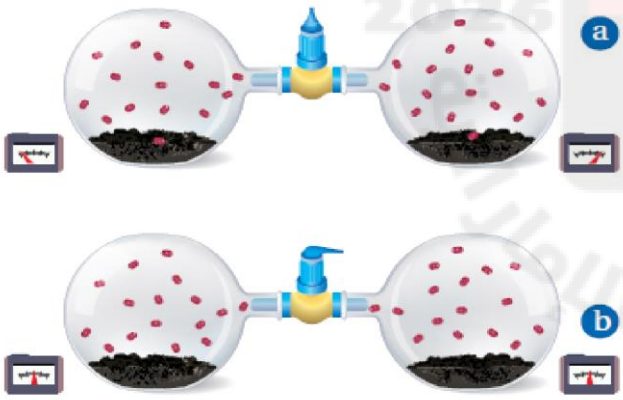
الحالة a .....

الحالة b.....

الحالة c .....

الحالة d .....

الطبيعة الديناميكية للاتزان الكيميائي



الشكل a الصمام مغلق

1- الدورق اليسار يحتوي يود النظير غير مشع **I- 127**
الدورق اليمين فيحتوي على يود النظير المشع **I-131**

2- تشير عدادات الاشعاع إلى اختلاف في مستويات النشاط الاشعاعي داخل كل دورق والدورقان مغلقان

3- هناك حالة اتزان في كلا الدورقين عند درجة حرارة 298
صلب – غاز في كل دورق بين العملية الأمامية التسامي والعملية العكسية تعود جزيئات الى الحالة الصلبة

$I_{2(S)} \rightleftarrows I_{2(g)}$

الشكل b : والصمام مفتوح

1- يمكن أن ينتقل بخار اليود ذهابا و إيابا بين الدورقين
2- وبعد فترة من الزمن تشير القراءات في عدادات الإشعاع في الدورقين اليسار واليمين يحتويان على نفس عدد من الجزيئات **I-131 النشطة إشعاعيا** في الحالتين الصلبة والغازية.

النتيجة : القراءة الثابتة المتساوية لعدادات الإشعاع دليل على ان الاتزان هو حالة ديناميكية (حالة نشاط)
اي تستمر المواد المتفاعلة بتكون النواتج والمواد الناتجة بتكون متفاعلات بسرعات متساوية

ملاحظة : محلول اليود يستخدم معقم ومركباته تستخدم لعلاج الغدة الدرقية

قانون الاتزان الكيميائي :عند درجة حرارة معينة يمكن للتفاعل الكيميائي ان يصل الى حالة تصبح فيها نسب تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftarrows cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

ثابت الاتزان الكيميائي هو القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تراكيز النواتج الى حاصل ضرب تراكيز المتفاعلات مرفوعة الى اس معاملاتها

$$K_{eq} = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

الاتزان المتجانس المتفاعلات والنواتج موجودة في الحالة الفيزيائية نفسها

مثال : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ $\quad K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

تدريبات :

1 ـ اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات الأتية :

- a $N_2O_{4\,(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- b $2H_2S_{\,(g)} \rightleftarrows 2H_{2(g)} + S_{2(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- c $CO_{\,(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)} + H_2O_{\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- d $4NH_{3\,(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftarrows 4NO_{\,(g)} + 6H_2O_{\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- e $CH_{4\,(g)} + 2H_2S_{\,(g)} \rightleftarrows CS_{2(g)} + 4H_{2\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

2 ـ اكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل تعبير ثابت الاتزان الآتي :

$$K_{eq} = \frac{[CO]^2\,[O_2]}{[CO_2]^2}$$

الاتزان الغير المتجانس المتفاعلات والنواتج موجودة في اكثر من حالة الفيزيائية نفسها

ملاحظة : بما ان المواد الصلبة والسائلة تراكيزها تبقى تراكيزها ثابته خلال التفاعل لذلك تحذف من معادلة ثابت الاتزان فلا تدخل في معادلة الثابت

$$CH_3CH_2OH_{(l)} \rightleftarrows CH_3CH_2OH_{(g)}$$

$$Keq = [CH_3CH_2OH_{(g)}]$$

ـ اكتب تعابير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي :

- a $C_{10}H_{8\,(s)} \rightleftarrows C_{10}H_{8\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- b $H_2O_{\,(l)} \rightleftarrows H_2O_{\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- c $CaCO_{3\,(s)} \rightleftarrows CaO_{\,(s)} + CO_{2\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

- d $C_{\,(s)} + H_2O_{\,(g)} \rightleftarrows CO_{\,(g)} + H_{2\,(g)}$ $\quad K_{eq} =$

1- احسب ثابت الاتزان Keq للتفاعل التالي $N_2O_{4\,(g)} \leftrightharpoons 2NO_{2(g}$

$[N_2O_{4\,(g)}]=0.0185mol/L$ $[NO_{2\,(g)}]=0.0627\ mol/L$

2- احسب ثابت الاتزان Keq للتفاعل التالي $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$

$[CO_{(g)}]=0.0613mol/L$ $[H_{2(g)}]=0.1839mol/L$

$[CH_{4\,(g)}]=0.0387mol/L$ $[H_2O_{(g)}]=0.0387mol/L$

3- يصل للتفاعل التالي $COCl_{2(g)} \leftrightharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$

الى حالة الاتزان عند درجة 900k إذا كان تركيز كل من $[CO_{(g)}] =[Cl_{2(g)}] =0.150M$

فما تركيز $COCl_{2(g)}$ عند الاتزان؟ علما ان ثابت الاتزان $Keq = 8.2 \times 10^{-2}$

ثوابت الاتزان

التجربة	$[H_2]_0\ (M)$	$[I_2]_0\ (M)$	$[HI]_0\ (M)$	$[H_2]_{eq}\ (M)$	$[I_2]_{eq}\ (M)$	$[HI]_{eq}$ (M)	$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = K_{eq}$
1	1.0000	2.0000	0	0.06587	1.0659	1.8682	$\frac{[1.8682]^2}{[0.06587][1.0659]} = 49.70$
2	0	0	5.0000	0.5525	0.5525	3.8950	$\frac{[3.8950]^2}{[0.5525][0.5525]} = 49.70$

ماذا نستنتج من الجدول مايلي

1- **تكون Keq هو نفسه دائما** في تفاعل معين عند درجة حرارة محددة بغض النظر عن تراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة حتى لو أجرينا عدة تجارب **تبقى Keq نفسها**

2- تمثل التراكيز للمواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان **موضع الاتزان** في كل تجربة

النتيجة:

1 - نظام الاتزان له قيمة واحدة فقط لـKeq عند درجة حرارة محددة

3- لكن لدية غير محدود من **مواضع الاتزان** وهي تعتمد على التراكيز الابتدائية والتراكيز عند الاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة

قيمة ثابت الاتزان Keq

Keq <1	Keq >1
تراكيز النواتج < تراكيز المتفاعلات	تراكيز النواتج > تراكيز المتفاعلات
3- إذا كانت قيمة K < 1 أو صغيرة: فهذا يعني أن التفاعل الأمامي يسير لمدى صغير (شغل الامامي صغير) قبل الوصول إلى الاتزان، وتراكيز النواتج صغير بالنسبة للمتفاعلات.	2- إذا كانت قيمة K> 1 أو كبيرة: فهذا يعني أن التفاعل الأمامي يسير لمدى كبير (شغل الامامي كبير) قبل الوصول إلى الاتزان، ونسبة تراكيز النواتج كبيرة بالنسبة للمتفاعلات.

1. خصائص الاتزان والنتائج المهمة حوله

2. يجب أن يحدث التفاعل المتزن في نظام مغلق حتى لا تتطاير المواد
3. يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة
4. بقاء المواد المتفاعلة والمواد الناتجة معا
5. الاتزان في حركة ديناميكية وليس ساكن
6. تبقى قيمة اثابت الاتزان ثابتة لا تتغير الا إذا تغيرت درجة الحرارة
7. التراكيز عند الاتزان تبقى ثابتة والسرعات الامامي والعكسي متساوية

تدريبات من الكتاب واجب

1- أذكر ثلاث خصائص يجب أن يحتوي عليها خليط التفاعل لكي يصل إلى حالة الاتزان الكيميائي.

2- يبين الجدول التالي قيم ثابت الاتزان لتفاعل عند ثلاث درجات حرارة مختلفة عند أي درجة حرارة يكون تركيز المواد الناتجة أكبر؟

Keq ودرجة الحرارة		
263 K	273 K	373 K
0.0250	0.500	4.500

3- في ضوء الحقيقة بأن تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة لا تتغير عند الاتزان، لماذا تستخدم كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي

4- ما هو موضع الاتزان؟

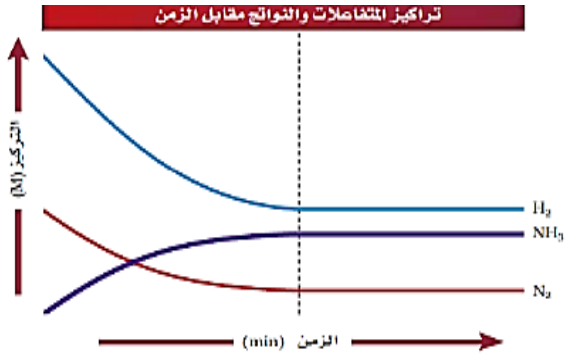
5- ماذا يحدث لـ Keq لنظام اتزان إذا كانت معادلة التفاعل قد تم إعادة كتابتها بالعكس؟

6- كيف يمكن لنظام الاتزان أن يحتوي على كميات صغيرة وغير متغيرة من نواتج التفاعل لكميات كبيرة من المواد المتفاعلة؟ ماذا يمكنك أن تقول عن الحجم النسبي لـ keq لهذا الاتزان

7- نظام، يحتوي فقط على جزيئات بوصفها مواد متفاعلة وناتجة، هو في حالة اتزان. صف ما يحدث لتركيزات المواد المتفاعلة والناتجة وكذلك ما يحدث للجزيئات الفردية للمواد المتفاعلة والناتجة.

8- عند تمرير البخار على برادة الحديد، يتم إنتاج أكسيد الحديد(III) في حالته الصلبة والهيدروجين في حالته الغازية اكتب عبارة الثابت Keq

9- **ادرس الرسم البياني ثم اجب عما يلي:**



- صف تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الجهة اليمنى من الخط المتقطع بالرسم البياني؟

- ما نوع التفاعل الكيميائي الامامي (تكوين مركب أم تفكك)؟

- علل ان الأمونيا مهمة في الصناعة تستخدم .....

- ماذا يحدث لسرعة التفاعل الامامي والخلفي عند الاتزان

امتحانات سابقة اومتوقعة

1- في التفاعلات غير المتجانسة تكون المتفاعلات			
ذات كتل غير متساوية	ذات حجوم غير متساوية	غير متساوية الفاعلية	حالات فيزيائية مختلفة

2- يكون التفاعل الكيميائي الانعكاسي في حالة اتزان عندما	
تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والعكسي وتتساوى التراكيز	تكون سرعة التفاعل الأمامي أقل من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز متساوية
تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز ثابتة	تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والخلفي والتراكيز ثابتة

3- تشير القيمة المنخفضة لثابت الاتزان K الى:	
أن النواتج هي المرجحة (الاكثر)	أنه تم الوصول إلى الاتزان ببطء
ان المتفاعلات هي المرجحة (الاكثر)	أنه تم الوصول إلى الاتزان بسرعة

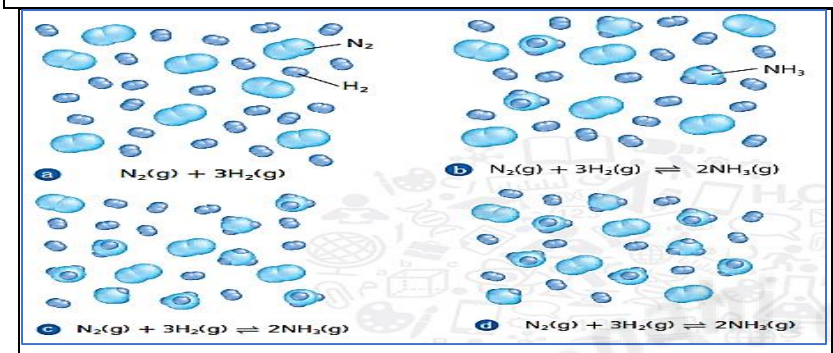
4- تشير القيمة المرتفعة لثابت الاتزان K الى:	
أن النواتج هي المرجحة (الاكثر)	أنه تم الوصول إلى الاتزان ببطء
ان المتفاعلات هي المرجحة (الاكثر)	أنه تم الوصول إلى الاتزان بسرعة

5- ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل التالي $NaHCO_3(s) \rightleftarrows NaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O\ (g)$	
$\frac{[NaHCO_3]^2}{[Na_2CO_3][CO_2][H_2O]}$	$\frac{[Na_2CO_3][CO_2][H_2O]}{[NaHCO_3]^2}$
$[CO_2][H_2O]$	$\frac{[Na_2CO_3]}{[NaHCO_3]}$

6- بالاعتماد على التفاعل التالي: $C_{(s)} + 2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftarrows 2Pb_{(s)} + CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$

اكتب العبارة التي تمثل تركيز CO_2 عند الاتزان؟

7- من خلال الرسم التالي اذكر الحالات التي يحدث خلالها الوصول للاتزان

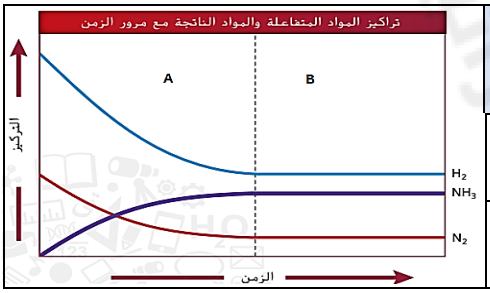


a, c	a, b
c, d	a, d

8- ما الدليل من خلال الرسم التالي ان الاتزان هو حالة ديناميكية (حالة نشاط)

تساوي قراءة الاشعاع في الوعاءين في الحالة a	تساوي قراءة الاشعاع في في الوعاءين في الحالة b
تساوي قراءة الاشعاع في الوعاءين في الحالة a ,b	عدم تساوي قراءة في الوعاءين في كل الحالات

9- تمعن الشكل التالي واجب عن الاسئلة



ماذا يحدث لتراكيز **المواد المتفاعلة والناتجة** مع مرور الزمن

تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة تقل الى ان تثبت	تراكيز المواد الناتجة تقل والمتفاعلة تزيد الى ان تثبت
تراكيزالمواد الناتجة تزيد والمتفاعلة تقل الى ان تتساوى	تراكيز المواد الناتجة تزيد والمتفاعلة تقل الى ان تثبت

10-في التفاعلات المتزنة التالية اي عبارات ثابت الاتزان غير صحيحة

1	$K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$	$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2H\,I_{(g)}$
2	$K_{eq} = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$	$CH_{4\,(g)} + H_2O_{\,(g)} \rightleftarrows CO_{\,(g)} + 3H_{2\,(g}$
3	$K_{eq} = [CO_2]$	$CaCO_{3(s)} \rightleftarrows CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
4	$K_{eq} = [CO_2][H_2O]^3$	$2NaHCO_{3\,(S)} \rightleftarrows Na_2CO_{3\,(S)} + CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{\,(g)}$

11- ماذا يحدث لسرعة التفاعل الامامي والعكسي عند الاتزان			
تتساوى	تثبت	تستمر بالازدياد	تصبح صفر

12- ماذا يحدث للجزئيات الفردية للمواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان			
تتساوى	تثبت	تستمر بالتفاعل	تتوقف عن التفاعل

الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

مبدأ لوشاتلييه: إذا بذل جهد على نظام في حالة الاتزان فان ذلك يؤدي الى ازاحة النظام في اتجاه يخفف أثر هذا الجهد.
الجهد: هو اي تغيير يؤثر على نظام في حالة الاتزان ويسبب اضطراب الاتزان
تطبيق مبدأ لوشاتلييه:

العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي:

1- في التركيز 2- التغير في الحجم والضغط 3- التغير في الحرارة 4- العوامل المحفزة

ملاحظة مهمة: إذا زاد (تركيز او حرارة في جهة) ينزاح الاتزان مبتعدا عنه وإذا قل يتجه اليه

التغيير في التركيز

مثال تطبيقي1: حسب التفاعل التالي $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$

- تغيير تراكيز النواتج أو المتفاعلات يؤثر في حالة الاتزان.

1- **اضافة (زيادة) مادة متفاعلة:** ينزاح الاتزان من جهة (المتفاعلات)الى نحو جهة (النواتج) امامي (يمين)
عند زيادة كمية H_2 ينزاح الاتزان نحو الامامي(يمين) فيزداد تركيز النواتج

2- **اضافة مادة ناتجة:** ينزاح الاتزان من جهة (النواتج)الى نحو جهة (المتفاعلات) عكسي (يسار)
عند زيادة كمية CH_4 ينزاح الاتزان نحو ..... فيزداد تركيز ..... ويقل تركيز.....

3- **ازالة مادة ناتجة:** ينزاح الاتزان من جهة. (المتفاعلات)الى نحو جهة (النواتج) امامي (يمين)
عند نقص كمية H_2O ينزاح الاتزان نحو ..... فيزداد تركيز .....ويقل تركيز .....

4- ازالة مادة متفاعلة: ينزاح الاتزان من جهة (النواتج)الى نحو جهة (المتفاعلات) عكسي (يسار)
عند نقص كمية H_2 ينزاح الاتزان نحو ..... فيزداد تركيز ..... ويقل تركيز .....

مثال2: تأمل النظام المتزن المغلق التالي: $H_2O_{(g)} + C_{(S)} \rightleftarrows H_{2(g)} + CO_{2(g)}$ **+ حرارة**

ثم توقع تأثير كل مما يأتي من حيث انزياح اتجاه الاتزان:

- إضافة كمية من غاز CO_2 ينزاح الى .....
- إضافة كمية من C ينزاح الى .....
- إزالة كمية من بخار الماء ينزاح الى .....

أثر التغير في الضغط والحجم على الاتزان

- الضغط يؤثر بالمادة الغازية فقط كلما زاد عدد جسيمات الغاز(التركيز) في الوعاء زاد الضغط
- الضغط يتناسب طرديا مع التركيز وعكسيا مع الحجم

زيادة الضغط (نقص الحجم): ينزاح الاتزان الى نحو الجهة التي فيها عدد مولات غازية اقل (يقل الضغط)

نقص الضغط (زيادة الحجم): ينزاح الاتزان الى نحو الجهة التي فيها عدد مولات غازية اعلى (يزداد الضغط)

- عند ثبات عدد المولات الغازية فان زيادة أو نقص الضغط لا يؤثر على حالة الاتزان.

كما في المثال $1CO_{2\,(g)} + 1NO_{(g)} \rightleftarrows 1CO_{(g)} + 1NO_{2\,(g)}$

لاحظ ان عدد مولات المتفاعلات الغازية المتفاعلات تساوي عدد مولات النواتج الغازية الناتجة

لذلك فان زيادة او نقص الضغط (نقص او زيادة الحجم) لا يؤثران على الاتزان

مثال تطبيقي1: حسب التفاعل التالي $CO_{(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftarrows CH_{4\,(g)} + H_2O_{(g)}$

عند زيادة الضغط تزداد.

ينزاح الاتزان الى .....

تزداد كمية .....

تقل كمية .....

لاحظ من الشكل الثالث النتيجة

مثال 4: حسب التفاعل التالي بين أثر: $CH_4\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftarrows CO\,(g) + 3H_2\,(g)$

-زيادة الضغط (إنقاص الحجم) على حالة الاتزان

ينزاح الاتزان نحو .....وبذلك يزداد تركيز ..... ويقل تركيز .....

- انقاص الضغط (زيادة الحجم) على حالة الاتزان

ينزاح الاتزان نحو .....؟ وبذلك يزداد تركيز ..... ويقل تركيز .....

مثال5: حسب التفاعل التالي: $N_2\,(g) + 3H_2\,(g) \rightleftarrows 2NH_3\,(g)$

ما أثر: - زيادة الضغط (إنقاص الحجم) على حالة الاتزان

-إنقاص الضغط (زيادة الحجم) على حالة الاتزان

أثر التغير في درجة الحرارة على الاتزان حسب مبدأ لوشاتلييه:

التفاعل الماص للحرارة: ΔH موجبة (الطاقة الممتصة مع المتفاعلات)

التفاعل الطارد للحرارة: ΔH سالبة (الطاقة المنطلقة مع النواتج)

ملاحظة: إذا كان التفاعل ماص للحرارة في الاتجاه الأمامي، يكون طارد للحرارة في الاتجاه العكسي. وبالعكس.

تغير درجة الحرارة تؤثر على قيمة keq لان لها تأثير غير متساو على بسط ومقام تعبير ثابت الاتزان

مثال6- التفاعل الامامي طارد للحرارة (الحرارة مع النواتج)

$CO\ (g) + 3H_2\ (g) \rightleftarrows CH_4\ (g) + H_2O\ (g) \quad \Delta H = -206.5\ KJ$

$CO\ (g) + 3H_2\ (g) \rightleftarrows CH_4\ (g) + H_2O\ (g) + 206.5\ KJ$

زيادة درجة الحرارة: ينزاح الاتزان من جهة التفاعل العكسي اليسار (الماص) الى نحو جهة المتفاعلات

وبذلك يزداد تركيز..... ويقل تركيز..... أما قيمة ثابت الاتزان.....

خفض درجة الحرارة: ينزاح الاتزان من جهة التفاعل الامامي اليمين (الطارد) الى نحو جهة النواتج

وبذلك يزداد تركيز..... ويقل تركيز..... أما قيمة ثابت الاتزان.....

درجة الحرارة وثابت الاتزان التفاعلات الطاردة

التفاعلات الطاردة	حرارة+ C ⇄ A + B (الحرارة تعتبر مع ناتج للتفاعل)			
الجهد	انزياح الاتزان	تركيز المتفاعلات	تركيز النواتج	قيمة keq
زيادة درجة الحرارة				
تقصان درجة الحرارة				

مثال 7- التفاعلات ماص للحرارة (الحرارة مع المتفاعلات):

$N_2O_4\ (g) +$ حرارة $\rightleftarrows 2NO_2\ (g)$

$N_2O_4\ (g) \rightleftarrows 2NO_2\ (g) \quad \Delta H = +5503\ KJ$

زيادة درجة الحرارة: ينزاح الاتزان من جهة التفاعل الامامي اليمين (الماص) الى نحو جهة النواتج

و بذلك يزداد تركيز..... و يقل تركيز..... أما قيمة ثابت الاتزان.....

خفض درجة الحرارة: ينزاح الاتزان من جهة التفاعل العكسي اليسار (الطارد) الى نحو جهة المتفاعلات

وبذلك يزداد تركيز..... ويقل تركيز..... أما قيمة ثابت الاتزان.....

الحرارة وثابت الاتزان: التفاعلات الماصة

التفاعلات الماصة	C ⇄ حرارة + A + B (الحرارة تعتبر مع المتفاعلات)			
الجهد	انزياح الاتزان	تركيز المتفاعلات	تركيز النواتج	قيمة keq
زيادة درجة الحرارة				
تقصان درجة الحرارة				

أثر المواد الحافزة على الاتزان:

أهميتها: تزيد من سرعة التفاعل الامامي و سرعة التفاعل الخلفي

تأثيرها على الاتزان: . التفاعل يصل الى حالة الاتزان بشكل اسرع دون تغيير كمية النواج المتكونة

تمارين إضافية

1- ما المقصود بالجهد على التفاعل عند الاتزان؟

2- عندما يتحول الاتزان إلى اليمين ما الذي يحدث لكل مما يلي:

A- تركيز المواد المتفاعلة.

B – تركيز المواد الناتجة.

3- المشروبات **الغازية**: استخدم مبدأ لوشاتلييه لشرح كيف أن التحول في الاتزان يتسبب في أن المشروب الغازي يفقد نكهته عند ترك الحاوية الخاصة به مفتوحة؟ $H_2CO_3(aq) \rightleftarrows H_2O(l) + CO_2(g)$

4- سائل مذيب للكلور تم سكبه داخل دورق يحتوي على تفاعل الاتزان التالي:

$PCl_5(g)$ ` ⇄ $PCl_3(g) + Cl_2(g)$ +حرارة

كيف تأثر الاتزان عندما ذاب غاز الكلور

5- كيف يمكن للتغيرات التالية أن تؤثر في موضع الاتزان للنظام المستخدم في انتاج الميثانول من غاز أول أكسيد الكربون والهيدروجين .

$CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$ ⇄ $CH_3OH_{(g)}$ + حرارة

أ – إضافة CO للنظام

ب- تبريد النظام

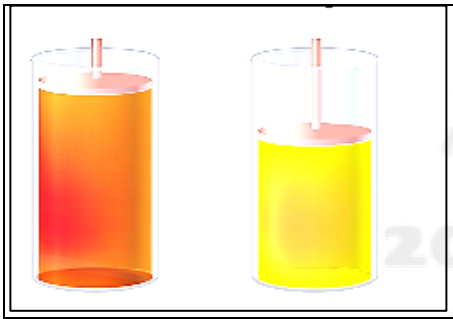
ج- إضافة حافز للنظام

د- إزالة $CH_3OH(g)$ من النظام

هـ- تقليل حجم النظام

و-وضع النظام في حمام ساخن

ق-خفض الضغط



7- لدينا التفاعل المتزن التالي $N_2O_{4\ (g)}$ ⇄ $2NO_{2(g)}$

$N_2O_{4\ (g)}$ عديم اللون يميل للأصفر وNO_2 بني يميل للون الأحمر

فسر الاختلاف في ألوان نظام الاتزان الموضح في الشكل

تمارين اضافية

1- تأمل النظام المتزن المغلق التالي وأجب عن الأسئلة التي تليه :

$NH_4Cl_{(s)}$ + حرارة ⇄ $NH_{3(g)}$ + $HCl_{(g)}$

- اكتب تعبير ثابت الاتزان .Keq = ...
- ما تأثير زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت الاتزان؟ ..... من قيمة ثابت الاتزان
- ماذا يحدث لتركيز NH_3 إذا زاد تركيز HCl في النظام المغلق؟ .....تركيز NH_3

2- يحضر غاز الميثان في الصناعة بتفاعل الكربون مع الهيدروجين حسب المعادلة التالية:

$C_{(s)} + 2H_{2(g)}$ ⇄ $CH_{4(g)}$ + 75 Kj

ما أثر كل من:

- زيادة درجة الحرارة على قيمة k_{eq} ؟ القيمة .....
- زيادة الضغط على كمية غاز الميثان الناتج؟ كمية غاز الميثان الناتج .....
- نقصان تركيز الهيدروجين على إنتاج الميثان؟ إنتاج الميثان .....

3- تأمل النظام المتزن المغلق التالي: $H_2O_{(g)} + C_{(S)} \rightleftarrows H_{2(g)} + CO_{2(g)}$ حرارة +

ثم توقع تأثير كل مما يأتي من حيث انزياح اتجاه الاتزان :

- إضافة كمية من غاز CO_2 .....
- إضافة حفاز .....
- خفض درجة حرارة النظام .....
- زيادة الضغط على النظام .....

امتحانات سابقة

1- ما أثر زيادة درجة الحرارة في النظام المتزن $CH_3OH_{(g)} + 110\ kJ \leftrightarrows CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$ ؟

يزداد $[CH_3OH]$ وينخفض $[CO]$	- يقل كل من $[CH_3OH]$ و $[CO]$
ينخفض $[CH_3OH]$ ويزداد $[CO]$	- يزداد كل من $[CH_3OH]$ و $[CO]$

2- في النظام المتزن التالي: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ **إذا انخفض الضغط فإن كمية:**

SO_3 تزيد	- O_2 تزيد	O_2 تقل	SO_2 تقل

3- ما التغير الذي يزيد من كمية Cl_2 في النظام المتزن $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftarrows 2HCl_{(g)}$ + حرارة

خفض درجة الحرارة	- رفع درجة الحرارة	زيادة تركيز H_2	خفض تركيز HCl

4- جميع التغيرات التالية **لا تسبب** انزياح الاتزان الى جهة اليسار في التفاعل أدناه عدا:

$N_2O_{4(g)} \leftrightarrow 2NO_{2(g)}\ ,\Delta H^0 = 57.2kj$

a) خفض حرارة النظام	b) تقليل تركيز N_2O_4
c) تقليل تركيز NO_2	d) زيادة الضغط

5- اذا تم خفض درجة الحرارة في التفاعل التالي

$CH_{4\ (g)} + H_2O_{\ (g)} \rightleftarrows CO_{\ (g)} + 3H_{2\ (g)}$ $\Delta H = -206.5$ KJ

يزداد كل من $[H_2]$ $[CO]$	لا ينزاح الاتزان الى اليمين
ينزاح الى الاتزان الى اليسار	يزداد كل من $[H_2O]$ $[CH_4]$

6- لدينا التفاعل الماص للحرارة التالي

$Co(H_2O)_6^{2+}{}_{(aq)} + 4Cl^-{}_{(aq)} \rightleftarrows CoCl_4^{2-}{}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)}$

ازرق وردي

لو وضعت القارورة في **ناء ثلجي** توقع ماذا سيحصل

• ينزاح الاتزان نحو اليسار ويزداد تركيز $CoCl_4^{2-}{}_{(aq)}$	• ينزاح الاتزان نحو اليمين ويزداد اللون الازرق
• ينزاح الاتزان نحو اليمين ويزداد تركيز ايونات الكلوريد $4Cl^-$	• ينزاح الاتزان نحو اليسار ويزداد اللون الوردي

7- لدينا التفاعلين التالين ما تأثير تقليل حجم وعاء التفاعل على انظمة الاتزان التالية

1	$CH_{4\ (g)} + H_2O_{\ (g)} \rightleftarrows CO_{\ (g)} + 3H_{2\ (g)}$
2	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftarrows 2HCl_{(g)}$

ينزاح الاتزان 2 نحو اليسار	ينزاح الاتزان 1نحو اليسار ويقل عدد مولات الغاز
ينزاح الاتزان 1و2 نحو اليمين	ينزاح الاتزان 1 نحو اليمين ويقل عدد المولات الغازية

8- اذا إزالة CH_4 في التفاعل التالي $CH_{4\,(g)} + H2O_{\,(g)} \rightleftarrows CO_{\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$

ينزاح الاتزان الى اليمين	ينزاح الى اليسار	يزداد كل من $[H_2]$ $[CO]$	لن يتغير الاتزان

9- حسب التفاعل التالي: زيادة درجة الحرارة يؤدي

$$CO\,(g) + 3H_2\,(g) \rightleftarrows CH_4\,(g) + H_2O\,(g) \qquad \Delta H = -206.5\ KJ$$

زيادة ثابت الاتزان	انزياح الاتزان لليمين	زيادة النواتج	زيادة المتفاعلات

10- تأمل النظام المتزن المغلق التالي اختر الجابة الصحيحة

$NH_4Cl_{(s)}$ + حرارة $\rightleftarrows NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$ لزيادة انتاج NH3

نزيد الضغط	نزيد الحجم	تخفض درجة الحرارة	نزيد تركيز HCl

11- أي مما يلي يؤدي إلى زيادة إنتاج CH3CHO(g) تفاعل الاتزان التالي امتحان 2023/2024

$$C_2H_4(g) + H_2O \rightleftarrows CH_3CHO(g) \quad \Delta H = -151kJ$$

a) خفض درجة الحرارة	b) إضافة المزيد من الماء
c) اضافة عامل حفاز	d) إضافة عامل مجفف

d/a	b/c	a/c	a/b

12- أي مما يلي يؤدي إلى زيادة إنتاج الإيثان C_2H_6 امتحان 2025/2024

$$C_2H_4(g) + H_2(g) + (heat) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$$

1	إضافة C_2H_4 للنظام	3- زيادة درجة الحرارة
2	من النظام H_2 إزالة	4- تقليل الحجم

a) 1,2,4	b) 2,4,3	c) 1,4,3	d) 1,2,3

13- أي تعبير ثابت الاتزان ؟ Keq لا يمثل المعادلة الكيميائية الموزونة المقابلة له امتحان 2025/2024

$(NH_4)_2CO_3(s) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + CO_2(g) + H_2O(g)$	$Keq = [NH_3]^2[CO_2][H_2O]$
$MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$	$Keq = [CO_2]$
$2NbCl_4(g) \rightleftharpoons NbCl_3(g) + NbCl_5(g)$	$Keq = \frac{[NbCl_5][NbCl_3]}{[NbCl_4]^2}$
$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$	$Keq = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$

14- ثابت الاتزان للتفاعل العكسي $Keq = 1.67\times10^{-2}$ امتحان 2023/2024

$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

ما تركيز HI اذا كان $[I_2] = 7.18\times10^{-9}$ M و $[H_2] = 2.44\times10^{-7}$ M

a) 3.24×10^{-3} M	c) 3.99×10^{-6} M
b) 1.05×10^{-9} M	d) 1.75×10^{-7} M