الجُمان في الكيمياء

اعداد الأستاذ

محمد الشيـــخ

الفرع العلمـي

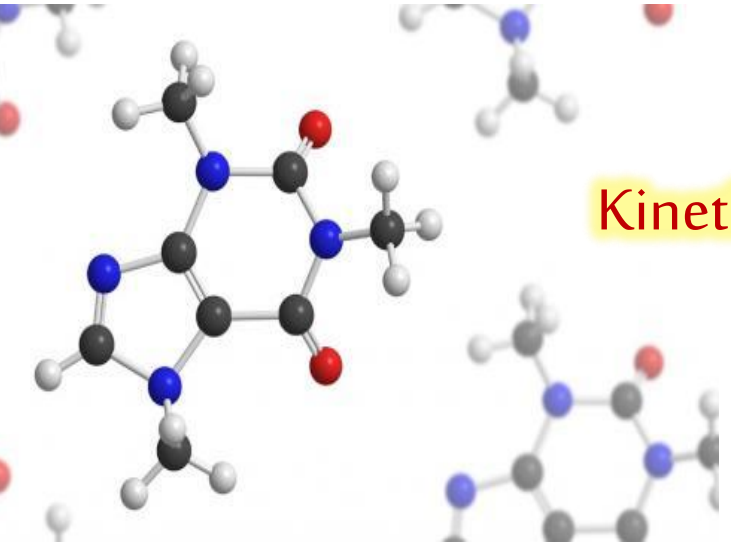
جيل

2005

الوحدة الثالثة

الكيمياء الحركيّة

Kinetic Chemistry



الوحدة الرابعة

الكيمياء العضويّة

Organic Chemistry

الجُمَانْ

نوبي الكيمياء

الوحدة الثالثة

الكيـمياء الحركيّــة

Kinetic Chemistry

لطلبة التوجيهي العلمي

المنهاج المطوّر

جيل 2005 لعام 2023

إعداد الأستاذ: محمد الشيخ

موقع الأوائل التعليمي

الدرس 1 سرعة التفاعُلات الكيميائية
Chemical Reactions Rate

مقدمة عامة ...

علم الكيمياء الحركية هو العلم الذي يهتم بدراسة التغيّر في سرعة التفاعلات الكيميائية والعوامل المؤثرة فيها وتبعاً لذلك تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث سرعة حدوثها إلى :

1) تفاعلات سريعة
مثل التفاعلات التي تحدث في المحاليل الأيونية (حموض+قواعد) .
و تفاعلات الاحتراق (احتراق الفحم / احتراق الخشب / الغابات) .

2) تفاعلات بطيئة
مثل تفاعل تكوّن صدأ الحديد .

3) تفاعلات بطيئة جدًا
مثل تكوّن الماس في باطن الأرض .
وبعضها يحتاج ملايين السنين مثل تفاعلات تكوّن النفط والفحم الحجري .

وبشكل عام :

- يمكن حساب سرعة هذه التفاعلات بدقّة عن طريق التغيّر في كمية المواد التي تُستهلك (المتفاعلات Reactant) أو التي يتم إنتاجها (النواتج Product) بمرور الزمن وكل ذلك يتم عمليًا من خلال الرسم البياني .

- التفاعل الكيميائي قسمين هما :

المتفاعلات Reactant
توجد قبل السهم / تقل كميتها مع الوقت
استهلاك , نقصان , اختفاء

النواتج Product
توجد بعد السهم / تزداد كميتها مع الوقت
انتاج , زيادة , ظهور

- هناك ثلاثة أنواع من السرعة هي :

السرعة اللحظية
مثل : مؤشر عداد السرعة في السيارات

السرعة المتوسطة
مثل: حساب سرعة أي جسم يقطع مسافة خلال زمن معين

السرعة الابتدائية
مثل : سرعة التفاعل الكيميائي في بدايته

ولذلك فإن :

سرعة التفاعل الكيميائي (R) : هي التغيّر في كميّة مادة متفاعلة أو ناتجة خلال مدّة زمنية محددة .

يمكن التعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي رياضياً حسب العلاقة الآتية :

$$\text{سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في كمية المادة}}{\text{التغير في الزمن}} \quad \text{أو} \quad R = \frac{\Delta \text{ reactant or produt}}{\Delta t}$$

حيث أن : 1) الرمز (Δ) : يشير إلى التغير وتساوي القيمة النهائية – القيمة الابتدائية

2) كمية المادّة : وصف يستخدم للتعبير عن كتلة (m) أو حجم (v) أو تركيز مولاري (M)

3) الرمز t : يعبّر عن الزمن ويقاس بوحدة الثانية (s)

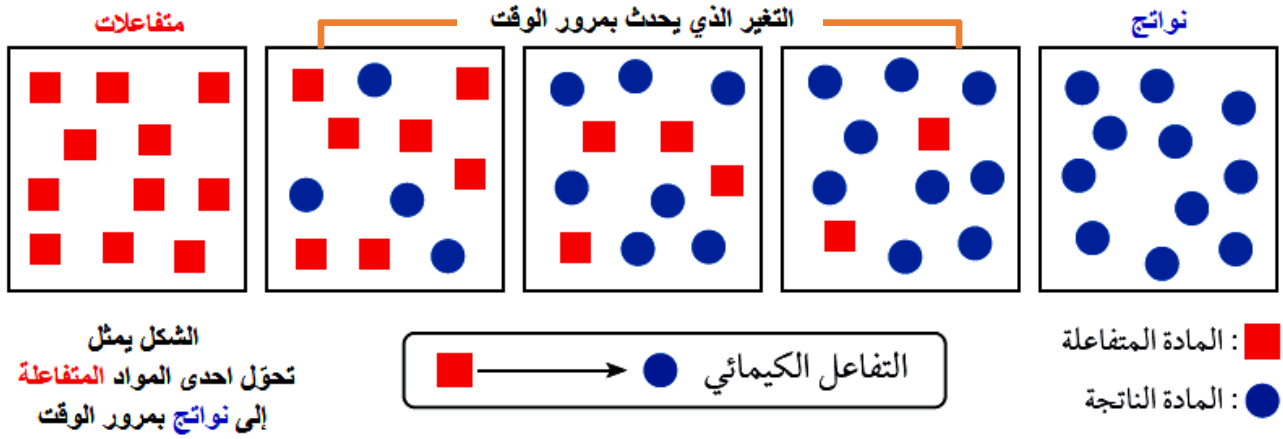
لحساب سرعة التفاعل يجب معرفة الآتي :

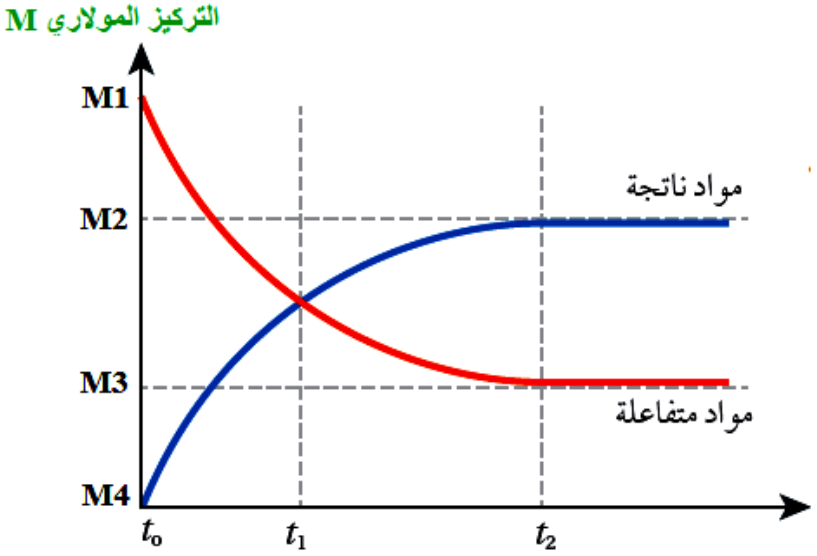
أولاً : المواد الموجودة في التفاعل قد تكون صلبة أو سائلة أو غازية أو محاليل , وجميعها تدخل في حساب سرعة التفاعل حسب حالتها الفيزيائية لذلك تتغيّر وحدة قياس السرعة بتغير نوع المادة وحالتها :

صلبة	سائلة / غازيّة	محلول
يعبر عنها بالكتلة m	يعبّر عنها بالحجم v	مذيب + مذاب = [M]
تقاس بالكيلوغرام أو الغرام gm	تقاس باللتر أو المل ml	تقاس بـ mol/L
$R = \frac{\Delta m}{\Delta t}$	$R = \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$R = \frac{\Delta [M]}{\Delta t}$

* وفي هذه الوحدة سنركز على المحاليل وتركيزها المولاري M لحساب سرعة التفاعل الكيميائي

ثانياً : يمكن استخدام أي مادة في التفاعل (متفاعلة أو ناتجة) لحساب سرعة التفاعل لأنه مقابل كل مادة يتم استهلاكها من المتفاعلات هناك مادة تظهر في النواتج والشكل الآتي يوضح ذلك :





حيث :-

t_o : الزمن الابتدائي ويكون عنده تركيز المتفاعلات أكبر ما يمكن وتركيز النواتج أقل ما يمكن

t_1 : الزمن الذي يتساوى عنده تركيز كل من المتفاعلات والنواتج

t_2 : الزمن الذي ينتهي عنده التفاعل وتثبت عنده التراكيز

M1 : تركيز المتفاعلات في بداية التفاعل

M2 : تركيز النواتج عند نهاية التفاعل

M3 : تركيز المتفاعلات في نهاية التفاعل

M4 : تركيز النواتج في بداية التفاعل

* نلاحظ من الشكل السابق والرسم البياني أنه وبمرور الوقت فإن كمية المتفاعلات تتناقص (-) وكمية النواتج تتزايد(+) .
ويمكن التعبير عن كل ذلك رياضياً باستخدام قانون سرعة التفاعل كالآتي :

للنواتـــج (+)

للمتفاعلات (-)

$$R = + \frac{\Delta\ [\text{مادة ناتجة}]}{\Delta t} \qquad R = - \frac{\Delta\ [\text{مادة متفاعلة}]}{\Delta t}$$

أيضاً يمكن حساب سرعة تفاعل مادة والتعبير عنها بدلالة مادة أخرى من التفاعل الكيميائي الموزون كالآتي :

$$aA + bB \longrightarrow eE + dD$$

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

سؤال :

عبّر عن سرعة استهلاك المواد المتفاعلة وسرعة تكوين المواد الناتجة بدلالة تغير تركيز كل منها في مدة زمنية محددة؛

وفق المعادلة الموزونة الآتية: $4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 6H_2O_{(g)} + 4NO_{(g)}$

الحلّ:

$$R = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{1}{4}\frac{\Delta[NO]}{\Delta t}$$

هذا يعني أن :

$$\frac{1}{4}\ \text{سرعة استهلاك}\ NH_3 = \frac{1}{5}\ \text{سرعة استهلاك}\ O_2 = \frac{1}{6}\ \text{سرعة انتاج}\ H_2O = \frac{1}{4}\ \text{سرعة انتاج}\ NO$$

سؤال :

يتفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 مع غاز الفلور لتكوين غاز فلوريد النتريل NO_2F؛ وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$2NO_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2NO_2F_{(g)}$$

عبّر عن العلاقة بين سرعة تكوين NO_2F وسرعة استهلاك F_2؟

الحلّ: سرعة استهلاك F_2

$$R = -\frac{\Delta[F_2]}{\Delta t}$$

سرعة تكوين NO_2F

$$R = \frac{\Delta[NO_2F]}{\Delta t}$$

العلاقة بين سرعة تكوين NO_2F واستهلاك F_2

$$-\frac{\Delta[F_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[NO_2F]}{\Delta t}$$

هذا يعني أن :

سرعة استهلاك F_2 تساوي نصف سرعة تكوين NO_2F أو سرعة تكوين NO_2F ضعف سرعة استهلاك F_2

سؤال :

يتحلل غاز هيدريد الفسفور PH_3؛ وفق معادلة التفاعل الآتية: $4PH_{3(g)} \rightarrow P_{4(g)} + 6H_{2(g)}$

1) عبرعن سرعة استهلاك PH_3 بدلالة التغيرفي التركيزمع التغيرفي الزمن .

2) عبرعن سرعة انتاج H_2 بدلالة التغيرفي التركيزمع التغيرفي الزمن .

3) عبرعن العلاقة بين سرعة تكوين H_2 وسرعة اختفاء PH_3 .

4) إذا علمت أن سرعة تكوين H_2 يساوي 0.06 M/s فأوجد : أ) سرعة انتاج P_4 ب) سرعة استهلاك PH_3

5) حدد جميع العبارات الصحيحة فيما يأتي :

أ) سرعة استهلاك PH_3 تساوي نصف سرعة انتاج H_2

ب) سرعة استهلاك PH_3 تساوي نصف سرعة انتاج P_4

ج) سرعة تكوين P_4 تساوي أربعة أضعاف سرعة استهلاك PH_3

د) سرعة تكوين P_4 تساوي ربع سرعة استهلاك PH_3

هـ) سرعة تكوين P_4 تساوي ستة أضعاف سرعة تكوين H_2

و) سرعة استهلاك PH_3 تساوي ثلثي سرعة انتاج H_2

الحل :

سؤال : في التفاعل الافتراضي $A + 2B \longrightarrow 3C$ إذا كان سرعة استهلاك B يساوي $0.12Ms^{-1}$ فإن سرعة تكوين المادة C تساوي بوحدة Ms^{-1} :

أ- 0.06 ب- 0.12 ج- 0.18 د- 0.24

حساب سرعة التفاعل Calculating Rate of Reaction

يمكن حساب سرعة التفاعل بعدة طرق أشهرها قانون السرعة و طريقة الرسم البياني وجميع الطرق أساساً تعتمد على قياس سرعة التفاعل عملياً عند فترات زمنية مختلفة ثم تطبيق قانون السرعة (التغير في التركيز / التغير في الزمن) , أو يمكن جمع هذه البيانات ورسمها بيانياً ثم بطرق رياضية مثل ميل المماس يمكن حساب سرعة التفاعل من الرسم .

(1) حساب السرعة باستخدام قانون السرعة (R)

هنا يتم إجراء التفاعل عملياً وملاحظة كيف يتغير تركيز المواد مع الزمن

المتـــفاعلات تقل مع الزمن

النواتـــــج تزداد مع الزمن

سؤال :

يبيّن الجدول الآتي تركيز المادة E مقابل الزمن.

الزمن s	[E] M
5	0.006
9	0.002

1- هل المادة E متفاعلة أم ناتجة؟ أفسر ذلك.

2- احسب سرعة التفاعل.

تحليل السؤال: المعطيات

$[E] = 0.006\,M \text{ at } 5s$

$[E] = 0.002\,M \text{ at } 9s$

الحلّ:

1- **نلاحظ** من الجدول أن تركيز المادة [E] قلّ من 0.006 إلى 0.002، عندما ازداد الزمن من عند زمن 5s إلى 9s؛ أي أن التركيز يقل بمرور الزمن، وهذا يشير إلى أنها مادة متفاعلة.

2- نطبق العلاقة:

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

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

$$R = -\frac{(0.002 - 0.006)}{9 - 5} = 0.001\,M/s$$

سؤال : أحسب سرعة استهلاك CO في المعادلة: $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

علمًا أن تركيز CO في بداية التفاعل $1.8 \times 10^{-3}\,M$، ثم أصبح تركيزه $1.2 \times 10^{-3}\,M$، بعد زمن 20 s

الحلّ:

أكتب قانون سرعة التفاعل للمادة المتفاعلة

ثم عوض مباشرة

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

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

$$R = -\frac{(1.2 \times 10^{-3} - 1.8 \times 10^{-3})}{20 - 0} = 3X10^{-5}\,M/s$$

سؤال : يتفكّك غاز N_2O_4 بالحرارة مكونًا غاز NO_2 وفق المعادلة الموزونة : $N_2O_{4(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

سجلت بيانات تغيّر تراكيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة خلال مدة زمنية كما يأتي:

الزمن s	0	10	20
$[N_2O_4]$ M	0.1	0.02	0.01
$[NO_2]$ M	0.00	0.08	0.1

1- احسب سرعة استهلاك N_2O_4 في المدة الزمنية 20 s – 10؟

2- احسب سرعة تكوّن NO_2 في المدة الزمنية 20 s – 10؟

3- هل العبارة الآتية صحيحة : سرعة استهلاك N_2O_4 تساوي ضعف سرعة انتاج NO_2

الحل :

سؤال : يتحلل غاز خامس أكسيد ثنائي النتيروجين N_2O_5 لإنتاج غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وغاز الأكسجين O_2، وفق المعادلة الموزونة الآتية: $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وعملياً تغير تركيز الأكسجين كما هو مبيّن في الجدول أدناه

ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة

Time (s)	0	600	1200	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
$[O_2]\times10^{-3}$ M	0	2.1	3.6	5.7	6.4	6.8	7.2	7.5	7.7	7.8

1- احسب سرعة التفاعل في الفترة الزمنية 2400 - 3600 s

2- احسب سرعة تكوّن NO_2 في نفس الفترة الزمنية السابقة .

3- احسب سرعة تكوّن O_2 في الفترة الزمنية 2400 - 3600 s

4- احسب سرعة استهلاك N_2O_5 في الفترة الزمية 600 - 3000 s .

(2) حساب السرعة باستخدام الرسم البياني

الرسم البياني عادة يمثل منحنى تغيّر تركيز مادة متفاعلة (منحنى متناقص) أو ناتجة (منحنى متزايد) مع الزمن ويسمى هذا المنحنى منحنى السرعة , ومن الممكن حساب سرعة التفاعل من هذا المنحنى .

الرسم البياني يساعد في ايجاد

السرعة المتوسطة (S)	السرعة اللحظية (G)	السرعة الابتدائية (G)
Mean Rate	Initial Rate	Instantaneous Rate

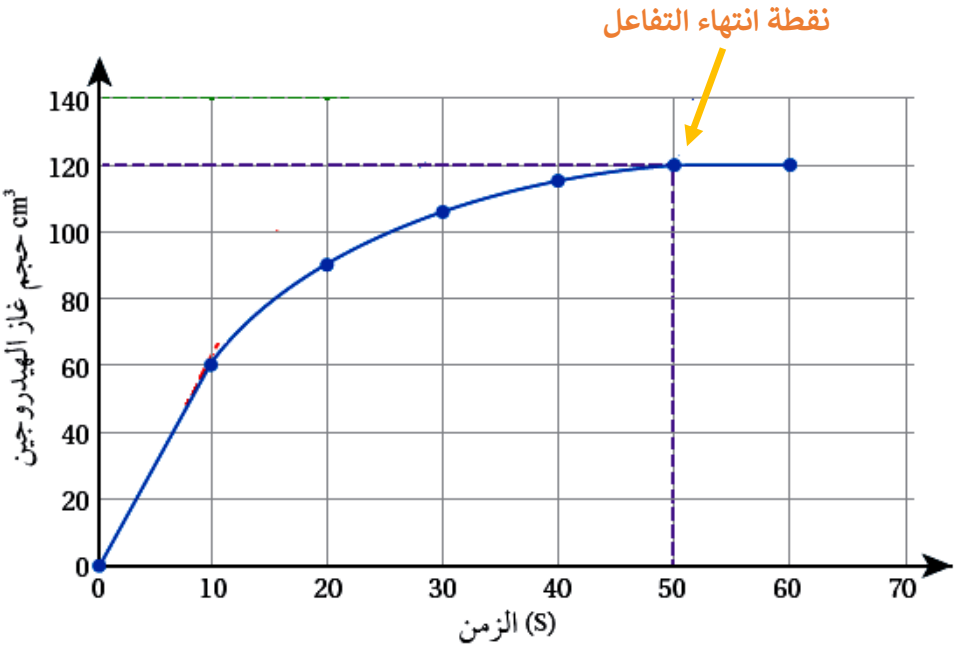
1) السرعة المتوسطة (S) Mean Rate

- هي التغير الكلّي لكمية مادة متفاعلة أو ناتجة مقسوماً على الزمن الكلي المستغرق لذلك .
- يمكن حسابها من الرسم عن طريق :

1- تحديد **نقطة انتهاء التفاعل** على المنحنى (النقطة التي يبدأ عندها المنحنى بالثبات) .
2- من نقطة النهاية نحدد نقطة الزمن النهائي والتركيز النهائي .
3- قسمة التغيّر في التركيز على التغيّر في الزمن لحساب S

مثال : الرسم البياني المجاور يبين منحنى السرعة لتغير حجم غاز الهيدروجين H_2 الناتج من التفاعل :

$$Mg_{(S)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$



السرعة المتوسطة للتفاعل هي

$$S = \frac{\Delta V\,(H_2)}{\Delta\, t}$$

$$= \frac{120 - 0\ cm^3}{50 - 0\ s}$$

$$= 2.4\ cm^3.s^{-1}$$

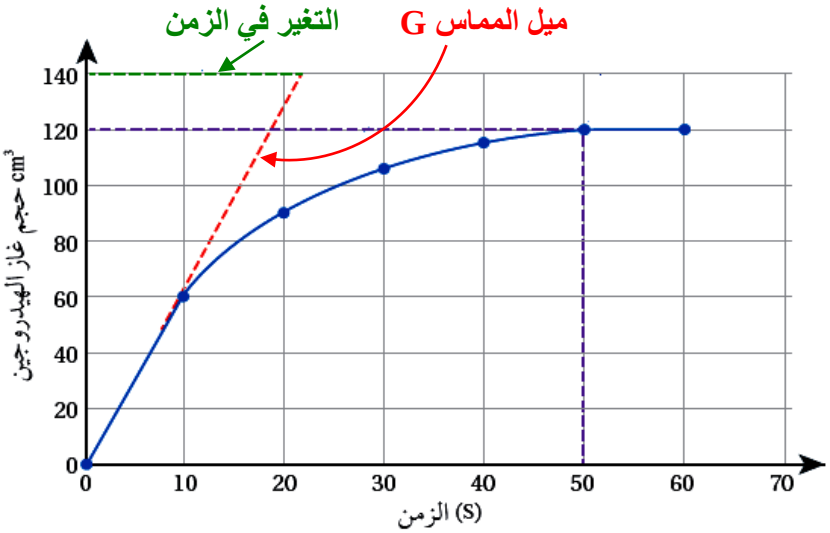
والآن سنقوم بحساب السرعة الابتدائية والسرعة اللحظية لنفس المثال ونفس البيانات

2) السرعة الابتدائية (G) Initial Rate

- هي سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة عندما يكون الزمن يساوي صفر .
- لحظة خلط المواد تكون كمية المتفاعلات أكبر ما يمكن لذلك فإن السرعة تكون أكبر ما يمكن .
- يمكن حساب السرعة الابتدائية من الرسم عن طريق ميل المماس (G) عند النقطة التي تمثل كمية مادة متفاعلة أو ناتجة عند الزمن صفر كالآتي :

1- تحديد النقطة التي اذا رسم منها المماس فإنه يمر **بالصفر**

2- نحدد من الرسم التغير في التركيز ΔY والتغير في الزمن ΔX ثم نطبق العلاقة $G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$



السرعة الابتدائية هي :

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

$$G = \frac{140 - 0}{22 - 0}$$

$$= 6.364\ cm^3/s$$

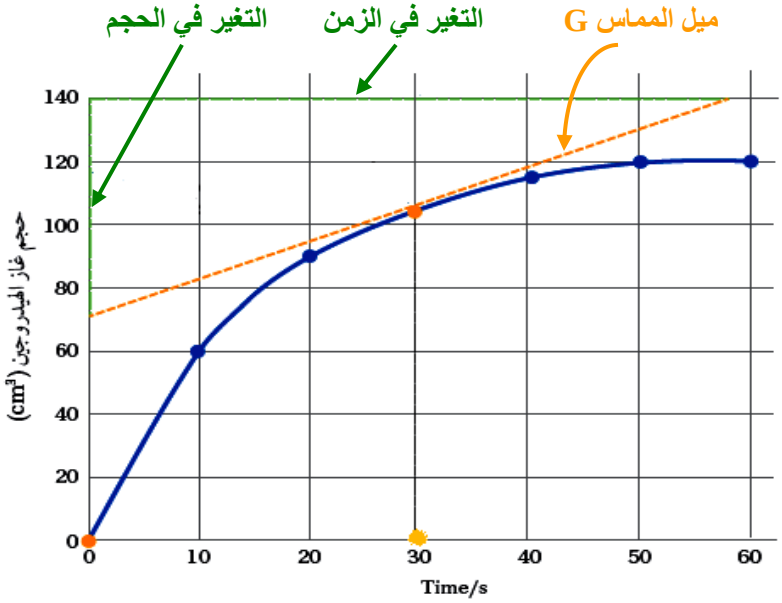
2) السرعة اللحظية (G) Instantaneous Rate

- هي سرعة التفاعل عند أي لحظة زمنية محددة في التفاعل .
- يمكن حساب السرعة اللحظية من الرسم عن طريق ميل المماس (G) عند النقطة التي تمثل كمية مادة متفاعلة أو ناتجة عند اللحظة الزمنية المطلوبة كالآتي :

1- تحديد اللحظة الزمنية المطلوبة على المحور 2- **نحدد النقطة المقابلة لهذا الزمن على منحني السرعة .**

3- **نرسم مماس G يمر بالنقطة المحددة على المنحنى**

4- نحدد من الرسم التغير في الكمية أو التركيز ΔY والتغير في الزمن ΔX ثم نطبق العلاقة $G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$



لنفس التفاعل السابق احسب سرعة التفاعل عند زمن 30 s .

الحل :

بعد تنفيذ الخطوات المحددة نجد أن :

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

$$= \frac{140 - 70}{58}$$

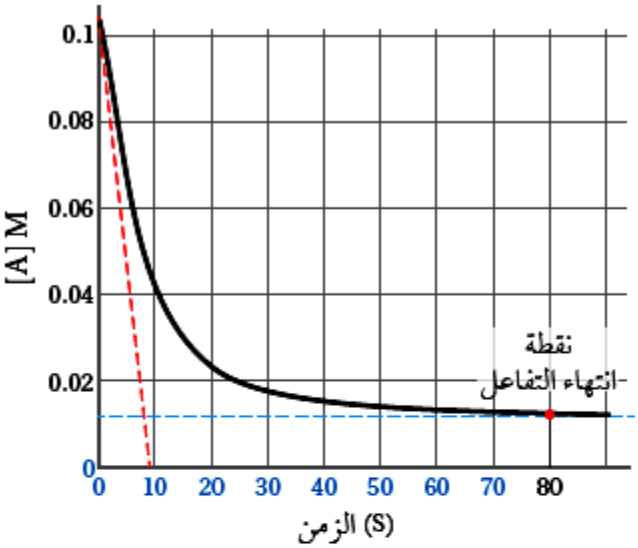
$$= 1.207\ cm^3/s$$

سؤال :

يمثل الشكل الآتي منحنى سرعة التفاعل لتغير تركيز مادة متفاعلة A مقابل الزمن:

1- احسب السرعة المتوسطة S للتفاعل.

2- احسب السرعة الإبتدائية للتفاعل.



الحل:

1- **نحسب** السرعة المتوسطة للتفاعل بقسمة التغير الكُلّي في تركيز المادة A على الزمن المستغرق لإنتهاء التفاعل، كما يأتي:

$$S = -\frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$$S = -\frac{0.01 - 0.1}{80 - 0} = 0.001\ M/s$$

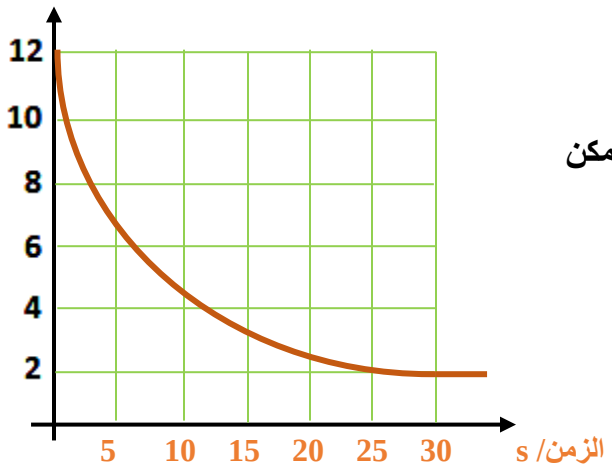
2- **نحسب** السرعة الإبتدائية للتفاعل من ميل المماس G للنقطة التي تمثل التركيز عند الزمن صفر، كما يأتي:

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

$$G = \frac{0.1 - 0}{10 - 0} = 0.01\ M/s$$

نلاحظ من جميع الحالات والأسئلة السابقة أن السرعة الابتدائية دائماً أعلى من السرعة اللحظية وذلك بسبب أن تركيز المتفاعلات في بداية التفاعل يكون أكبر ما يمكن فتكون سرعة تفاعل المواد مع بعضها أكبر ما يمكن

سؤال : يمثل الشكل المجاور منحنى سرعة التفاعل للمادة B مقابل الزمن



1- هل المادة B متفاعلة أم ناتجة ؟
2- كم يساوي تركيز B في بداية التفاعل ؟
3- كم يكون تركيز B عندما تكون سرعة التفاعل أقل ما يمكن
4- احسب السرعة المتوسطة للتفاعل .
5- احسب سرعة التفاعل بعد مرور 8s من بدء التفاعل

الحل :

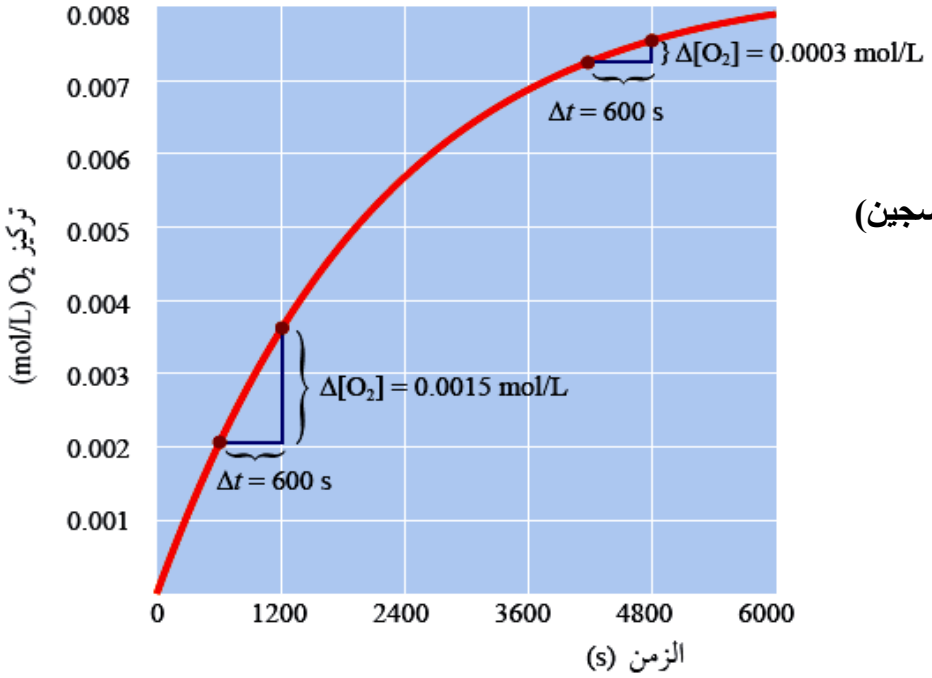
أيضاً يمكن استخدام الرسم البياني لحساب سرعة التفاعل في فترة زمنية محددة والطريقة هي نفس طريقة السرعة المتوسطة ولكن ضمن الفترة المحددة ، حيث :

1- نجد تغير تركيز المادة المطلوبة في الفترة المحددة .

2- التغير في الزمن يكون محدداً .

3- نحسب R .

مثال : في التفاعل $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ تم حساب سرعة انتاج الأكسجين مقابل الزمن والحصول على الرسم البياني المجاور ،



معتمداً على الرسم ،
احسب سرعة التفاعل (سرعة انتاج الأكسجين)
في الفترات الزمنية الآتية :

(600s – 1200s) -1

(4200s – 4800s) -2

(1800s – 3000s) -3

الحل :

1)

$$R = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

$$= \frac{0.0036 - 0.0021}{1200 - 600}$$

$$= \frac{0.0015\ M}{600\ s}$$

$$= 2.5 \times 10^{-6}\ M/s$$

2)

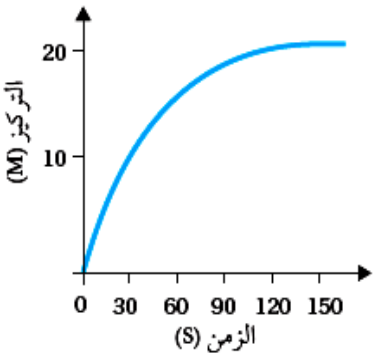
$$R = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

$$= \frac{0.0003\ M}{600\ s}$$

$$= 5 \times 10^{-7}\ M/s$$

3)

سؤال : يمثل الرسم البياني العلاقة بين الزمن وتركيز مادة في تفاعل كيميائي.



1- حدد الزمن اللازم لإتمام التفاعل؟

2- احسب سرعة التفاعل في المدة الزمنية (30 – 90 s).

3- استنتج هل المادة متفاعلة أم ناتجة؟

الدرس 2 قوانين سرعة التفاعلات
Reaction Rate Laws

من قانون سرعة التفاعل السابق (R) نلاحظ أن السرعة تتناسب طردياً مع التركيز وعكسياً مع الزمن وبالتجربة العملية وجد أن سرعة التفاعل تتناسب **طردياً** مع تركيز المواد المتفاعلة **مرفوعة لقوة** ... ولذلك :

$$R \propto [\text{المواد المتفاعلة}]^X$$

وبعد إزالة إشارة التناسب ووضع المساواة نضيف ثابت رمزه K فتصبح العلاقة :

$$R = K [\text{المواد المتفاعلة}]^X$$

تسمى هذه العلاقة : **الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل** والتي تصف العلاقة بين سرعة التفاعل مع تركيز المتفاعلات وثابت السرعة K **عند درجة حرارة محددة** , والتي من خلالها أيضاً نستطيع حساب **سرعة التفاعل الابتدائية** حيث :-

K : ثابت سرعة التفاعل ولكل تفاعل ثابت خاص به يعتمد على عدد المواد المتفاعلة وقيمة الرتب .

X : رتبة التفاعل Reaction Order للمادة المتفاعلة وتأخذ القيم (0 , 1 , 2 , ...) وقد تكون قيمة كسرية أو أي قيمة أخرى وتحسب **عملياً** من التجربة .

نلاحظ أن قانون السرعة مصمم لحساب سرعة التفاعل اعتماداً على تراكيز المواد المتفاعلة فقط دون المواد الناتجة ودون الاهتمام بعامل الزمن , فلماذا ظهر هذا القانون وهل هذا يعني أن القانون السابق (R) محدود الاستخدام ؟

سبب ظهور هذا القانون :

* أن سرعة التفاعل أحياناً تعتمد على تركيز أكثر من مادة متفاعلة معاً وأن أثر هذه المواد على السرعة لا يمكن تحديده من التفاعل الكيميائي الموزون لذلك في هذه الحالة نلجأ لقانون السرعة : $R = K [\text{المتفاعلات}]^X$

بشكل عام :

جميع المواد المتفاعلة تدخل في قانون السرعة **ولكل مادة متفاعلة رتبة خاصة بها**, وتأخذ رمزاً خاصاً لذلك فإن عدد الرتب يساوي عدد المواد المتفاعلة ومجموع هذه الرتب يساوي **الرتبة الكلية للتفاعل** Overall Reaction Order

مثال : اكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية

1) $A \longrightarrow C$

الحل : $R = K [A]^X$ حيث X هي رتبة A

2) $A + B \longrightarrow E + D$

الحل : $R = K [A]^X . [B]^Y$ حيث Y هي رتبة B

3) $A + B + C \longrightarrow F + E$

الحل : $R = K [A]^X . [B]^Y . [C]^Z$ حيث Z هي رتبة C

معلومات عامة عن الرتبة Order

- تعريفها :
هي الأس المرفوع تركيز المادة المتفاعلة إليه في قانون السرعة .
- فائدتها :
تبيّن أثر تغيّر تركيز المادة المتفاعلة في سرعة التفاعل وتوقع كيفية حدوث التفاعل
- قيمتها :
تحتمل جميع القيم من (صفر - ∞) فإذا كانت صفر : تسمى الرتبة الصفرية
1 : تسمى الرتبة الأولى
2 : تسمى الرتبة الثانية
وتحسب من التجربة العملية في المختبر .
- رموزها :
تأخذ الرموز x,y,z أو أي رمز نختاره .

سؤال : يتفاعل غاز أحادي أكسيد النيتروجين NO مع غاز الهيدروجين H_2 ؛ وفق معادلة التفاعل الآتية:

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

جرى التوصل عن طريق التجربة عند درجة حرارة معينة؛ إلى أن قانون السرعة لهذا التفاعل هو: $R = k\,[NO]^2\,[H_2]^1$

1- ما رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة NO؟ 2- ما رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة H_2؟ 3- ما الرتبة الكُلية للتفاعل؟

الحل

1- الأسّ المرفوع تركيز المادة المتفاعلة NO إليه يساوي 2؛ أي أن رتبة المادة NO تساوي 2

2- الأسّ المرفوع تركيز المادة المتفاعلة H_2 إليه يساوي 1؛ أي أن رتبة المادة H_2 تساوي 1

3- الرتبة الكلية تساوي مجموع رتبتي المادتين المتفاعلتين، وهي: $2+1=3$

سؤال : يتحلل خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5؛ عند درجة حرارة معينة وفق معادلة التفاعل الآتية:

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

فإذا كان قانون السرعة لهذا التفاعل $R = k\,[N_2O_5]^1$، وقيمة ثابت سرعة التفاعل k تساوي $5.9 \times 10^{-4}\ s^{-1}$، وتركيز N_2O_5، يساوي $8.4 \times 10^{-3}\ M$ ؛ أحسب سرعة التفاعل.

الحلّ:

نعوض في القانون مباشرة

$$R = 5.9 \times 10^{-4}\ s^{-1} \times 8.4 \times 10^{-4}\ M$$

$$= 4.9 \times 10^{-6}\ M.s^{-1}$$

ملاحظات عامّة

* تقاس سرعة التفاعل بوحدة M/s أو $M.s^{-1}$
* وحدة الثابت K متغيرة وتعتمد على عدد المواد المتفاعلة ورتبتها ويمكن معرفتها عن طريق استخدام العلاقة الآتية : $K_{Unit} = (M^{-1})^{N-1} . s^{-1}$ حيث N هي الرتبة الكلية للتفاعل Overall Order

* إذا كانت رتبة المادة = صفر , فهذا يعني أن هذه المادة لا تؤثر على سرعة التفاعل مهما قلّ تركيزها أو زاد .

* تحدث التفاعلات عند درجات حرارة معينة ولو تغيرت هذه الحرارة تتغير السرعة لذلك دائماً ما يذكر السؤال أن التفاعل يحدث عند درجة حرارة معينة .

الرتبة الكلية (N)	وحدة الثابت K
1	s^{-1}
2	$M^{-1}. s^{-1}$
3	$M^{-2}. s^{-1}$
4	$M^{-3}. s^{-1}$

جدول ايجاد وحدة ثابت السرعة اعتماداً على الرتبة الكلية

سؤال مهم جداً : هل يمكن أن تكون الرتبة الكلية لأحد التفاعلات تساوي صفر ؟ وما المعنى العلمي لذلك ؟ وما هي وحدة K في هذه الحالة ؟

الإجابة : نعم يمكن , وهذا معناه أن سرعة التفاعل لا تعتمد على تركيز المادة بل تعتمد على العوامل المساعدة المستخدمة في التفاعل والظروف من حرارة وضغط وغيرها .

ووحدة K في هذه الحالة هي نفس وحدة قياس السرعة وهي $M.s^{-1}$.

حساب (تحديد) رتبة التفاعل. Determining the order of reaction

يمكن حساب أو تحديد رتبة التفاعل بطريقتين وكلاهما يعتمد على إجراء التجربة عملياً وجمع البيانات في المختبر , ويمكن تمثيل هذه البيانات بيانياً على الرسم أو من خلال جمعها في جدول فيه تركيز المتفاعلات والسرعة الابتدائية .

(1) طريقة السرعة الابتدائية The Initial Rate Method

تستخدم هذه الطريقة عند وجود مادتين أو أكثر في المتفاعلات بغض النظر عن كميتها أو كمية النواتج والطريقة كالآتي :

* يتم إجراء التفاعل وتسجيل السرعة الابتدائية لحظة خلط المواد .
* يتم تكرار التجربة بتراكيز مختلفة ومحددة في كل مرة وتسجيل السرعة الابتدائية عند كل تجربة .
* كلما زادت عدد التجارب تكون النتائج أدق .
* يتم تدوين النتائج في جدول يحتوي على **عدد التجارب , تركيز المتفاعلات , السرعة الابتدائية لكل تجربة .**
* يتم التعامل مع هذه التجارب على شكل معادلات رياضية وحلها بالحذف للتوصل إلى رتبة كل مادة .

مثال : الجدول المجاور يمثل بيانات التفاعل العام: $aA + bB \longrightarrow nC$ **عند درجة حرارة معينة .**

التجربة	[A]M	[B]M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	1×10^{-4}
2	0.2	0.1	2×10^{-4}
3	0.1	0.2	4×10^{-4}

1- اكتب القانون العام لسرعة التفاعل
2- ما هي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A
3- ما هي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B
4- اكتب قانون سرعة التفاعل .
5- ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
6- احسب قيمة الثابت K
7- ما هي وحدة الثابت K

1- $R = K\,[A]^X.[B]^Y$

2- نختار التجربتين 1,2 ونعوض في القانون العام

1 ..... $1\times10^{-4} = K\,[0.1]^X.[0.1]^Y$

2 ..... $2\times10^{-4} = K\,[0.2]^X.[0.1]^Y$

بقسمة 2 على 1ينتج :

$2 = 2^X$ ⟵ $X = 1$ احادي الرتبة (رتبة أولى)

3- نختار التجربتين 1,3 ونعوض في القانون العام

1 ..... $1\times10^{-4} = K\,[0.1]^X.[0.1]^Y$

2 ..... $4\times10^{-4} = K\,[0.1]^X.[0.2]^Y$

بقسمة 2 على 1ينتج :

$4 = 2^X$ ⟵ $Y = 2$ ثنائي الرتبة (رتبة ثانية)

4- $R = K\,[A]^1.[B]^2$

5- الرتبة الكلية تساوي 3

6- نختار تجربة ونعوض بها جميع المعلومات والرتب نختار تجربة رقم 1

$1\times10^{-4} = K\,[0.1]^1.[0.1]^2$

$1\times10^{-4} = K\ \ 1\times10^{-3}$

$1\times10^{-1} = K$

7- وحدة K هي $M^{-2}.s^{-1}$

ملاحظات عامة

* لايجاد رتبة A نختار تجربتين يثبت فيهما تركيز B والعكس بالعكس .

* يفضل دائماً قسمة المعادلة ذات الأرقام الأكبر على المعادلة ذات الأرقام الأصغر .

* لايجاد قيمة K نختار تجربة واحدة فقط ونعوض فيها الرتب والتراكيز والسرعة فنحصل على قيمة K .
(وسنلاحظ أن قيمة K لا تتغير بتغير التجربة)

* الفرق بين القانون العام للسرعة وقانون السرعة هو تعويض قيم الرتب فعلياً للحصول على القانون .

* وحدة K تعتمد على الرتبة الكليّة .

سؤال : يتفاعل ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 مع حمض الهيدروكلوريك HCl، وفق معادلة التفاعل الآتية:

$$NO_{2(g)} + 2HCl_{(g)} \rightarrow NO_{(g)} + Cl_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

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

رقم التجربة	$[NO_2]$ M	[HCl] M	السرعة الإبتدائية $M.s^{-1}$
1	0.3	0.3	1.4×10^{-3}
2	0.6	0.3	2.8×10^{-3}
3	0.3	0.6	2.8×10^{-3}

1- اكتب قانون سرعة التفاعل العام؟

2- استنتج رتبة المادة المتفاعلة NO_2

3- استنتج رتبة المادة المتفاعلة HCl

4- استنتج قانون السرعة لهذا التفاعل.

5- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k، و حدد وحدته؟

الحلّ:

1- قانون سرعة التفاعل العام $R = k\,[NO_2]^x[HCl]^y$

2- أجد قيمة الرتبة x للمادة المتفاعلة NO_2، بمقارنة تركيز NO_2 مع سرعة التفاعل في التجربتين رقم (1) و(2) عند ثبات تركيز HCl، حيث أقسم سرعة التفاعل R_2 على سرعة التفاعل R_1؛ كما يأتي:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{k[NO_2]^x\,[HCl]^y}{k[NO_2]^x\,[HCl]^y}$$

أعوض قيم السرعة والتركيز، وأحذف قيمة ثابت السرعة k؛ لأنها ثابته في التفاعل ذاته.

$$\frac{2.8 \times 10^{-3}}{1.4 \times 10^{-3}} = \frac{k[0.6]^x\,[0.3]^y}{k[0.3]^x\,[0.3]^y}$$

ومنها: $2 = 2^x$

$X = 1$ وهي رتبة المادة NO_2

3- أجد قيمة الرتبة y للمادة المتفاعلة HCl؛ بمقارنة تركيز HCl مع سرعة التفاعل في التجربتين رقم (1) و(3) عند ثبات تركيز المادة NO_2، حيث أقسم سرعة التفاعل R_3 على سرعة التفاعل R_1 كما يأتي:

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{k[NO_2]^x\,[HCl]^y}{k[NO_2]^x\,[HCl]^y}$$

أعوّض قيم السرعة والتركيز ورتبة NO_2 وأحذف قيمة ثابت السرعة k لأنها ثابتة.

$$\frac{2.8 \times 10^{-3}}{1.4 \times 10^{-3}} = \frac{k[0.3]^1\,[0.6]^y}{k[0.3]^1\,[0.3]^y}$$

ومنها: $2 = 2^y$

$y = 1$ وهي رتبة المادة HCl

4- أستنتج قانون سرعة التفاعل:

$$R = k[NO_2]^1\,[HCl]^1$$

5- أحسب قيمة ثابت السرعة من التجربة رقم (1) مثلًا كما يأتي:

$$k = \frac{R}{[NO_2]\,[HCl]}$$

$$k = \frac{1.4 \times 10^{-3}\ M.s^{-1}}{[0.3]M\,[0.3]M}$$

$$= 1.55 \times 10^{-2}\ M^{-1}.s^{-1}$$

سؤال :

جرى قياس السرعة الإبتدائية لثلاثة تجارب عند تراكيز ابتدائية مختلفة من تفاعل كلوروإيثان CH_3CH_2Cl مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH، وفق المعادلة الآتية: $CH_3CH_2Cl + KOH \rightarrow CH_3CH_2OH + KCl$

وسجلت النتائج كما في الجدول الآتي:

رقم التجربة	$[CH_3CH_2Cl]$ M	[NaOH] M	السرعة الإبتدائية $M.s^{-1}$
1	0.02	0.025	0.1
2	0.03	0.025	0.15
3	0.03	0.050	0.30

استعن بنتائج هذه التجارب في تحديد رتبة التفاعل بالنسبة لكل من كلوروإيثان CH_3CH_2Cl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، وأكتب قانون سرعة هذا التفاعل.

الحلّ:

الطريقة الأولى

المعادلات وحلها بالحذف

الطريقة الثانية

مقارنة التركيز بالسرعة ونسبة الزيادة في كل منها

سؤال : في التفاعل الافتراضي بين المادتين A و B عند درجة حرارة معينة تم الحصول على البيانات المبينة في الجدول المجاور .

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الإبتدائية $M.s^{-1}$
1	0.0250	0.025	0.1
2	0.0375	0.025	0.15
3	0.0375	0.050	0.6

من خلال مقارنة السرعة بالتركيز أوجد رتبة كل من A و B ثم اكتب قانون سرعة التفاعل ؟

الحل :

سؤال : يحدث التفاعل $2A + B \longrightarrow 3C + D$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	$1.2x10^{-2}$
2	0.2	0.1	$1.2x10^{-2}$
3	0.2	0.3	$3.6x10^{-2}$

الحل ...

الرتبة الصفرية Zero Order :

هي أقل رتبة ممكنة لإحدى المواد المتفاعلة وتعني أن هذه المادة لا تؤثر في سرعة التفاعل مهما زاد تركيزها أو قل .

المادة التي رتبتها صفر يمكن الغاؤها من قانون السرعة .

سؤال : يحدث التفاعل $A + B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) اكتب قانون سرعة التفاعل .

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.2	0.2	$3.5x10^{-4}$
2	0.4	0.4	$2.8x10^{-3}$
3	0.8	0.4	$1.12x10^{-2}$

الحل ...

نلاحظ عدم ثبات تركيز A لذلك :

- نبدأ بايجاد رتبتها أولاً من ثبات B
- ثم نختار تجربتين دون أي ثبات .
- نكون معادلتين مع تعويض رتبة A
- نجد رتبة B .

سؤال : في معادلة التفاعل الافتراضي نواتج $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$ سجّلت البيانات كما يأتي:

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

1- أستنتج رتبة المادة المتفاعلة A

2- أستنتج رتبة المادة المتفاعلة B

3- أستنتج قانون السرعة لهذا التفاعل

4- أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k، وأحدد وحدته؟

الحلّ:

سؤال (مهم) : يحدث التفاعل $A + B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.2	0.2	$4x10^{-6}$
2	0.3	0.2	$9x10^{-6}$
3	0.3	0.6	$2.7x10^{-5}$

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

سؤال : في التفاعل الافتراضي نواتج $\rightarrow T + E + D$ سجلت بيانات خمس تجارب عند درجة حرارة ثابتة كما يأتي:

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

أ. أستنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة T.

ب. أستنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة E.

جـ. أستنتج رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة D.

د. أستنتج قانون سرعة هذا التفاعل.

هـ. أحسب تركيز المادة D في التجربة الأخيرة.

والممثل بالرمز X

الحل :

سؤال : تم إجراء التفاعل $BrO_2^- + 5Br^- + 6H^+ \longrightarrow 2Br_2 + 3H_2O$ عملياً , فكانت النتائج كالآتي :

رقم التجربة	$[BrO_2^-]$ M	$[Br^-]$ M	$[H^+]$ M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	0.1	$8x10^{-4}$
2	0.2	0.1	0.1	$1.6x10^{-3}$
3	0.2	0.2	0.1	$3.2x10^{-3}$
4	0.1	0.1	0.2	$3.2x10^{-3}$

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة لجميع المواد المتفاعلة .
3) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
4) احسب قيمة الثابت K
5) ما هي وحدة الثابت K
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

انتباه ...

نلاحظ أن وحدة K تكتب بعد ايجاد الرتبة الكلية ولذلك لو أعطي لك لأحد التفاعلات قيمة K مع الوحدة فإنها ستكون دليل ممتاز لإيجاد الرتبة الكلية

سؤال : إذا علمت أن قيمة K لأحد التفاعلات عند درجة حرارة معينة تساوي $300\ M^{-2}s^{-1}$ فإن الرتبة الكلية لهذا التفاعل تساوي

أ- 1 ب- 2 ج- 3 د- 4

سؤال (مهم) : يحدث التفاعل $A + 3B \longrightarrow D$ عند درجة حرارة معينة , فإذا علمت أن ثابت السرعة (K) لهذا التفاعل يساوي ($2.2x10^{-4}\ M^{-1}s^{-1}$) أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.2	0.1	$4.4x10^{-6}$
2	0.2	0.3	$1.32x10^{-5}$
3	0.1	?	$8.8x10^{-6}$

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .
7) احسب تركيز المادة B في التجربة رقم 3

الحل ...

سؤال : يحدث التفاعل $A + 2B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة 100ْ , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.2	0.1	3.4×10^{-3}
2	0.2	0.3	10.2×10^{-3}
3	0.4	0.3	40.8×10^{-3}

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .
7) احسب سرعة التفاعل إذا كان 0.4M = [A] = [B].

سؤال : يحدث التفاعل: نواتج $2A + B \longrightarrow$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	2×10^{-5}
2	0.2	0.1	4×10^{-5}
3	0.1	0.3	6×10^{-5}
4	0.3	0.4	R

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .
7) احسب قيمة R في التجربة رقم 4

سؤال : يحدث التفاعل $A + B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	1×10^{-4}
2	0.2	0.2	8×10^{-4}
3	0.4	0.2	1.6×10^{-3}

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .

سؤال (جيد) : يحدث التفاعل $A + B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية Ms^{-1}
1	0.1	0.1	1×10^{-4}
2	0.2	0.2	4×10^{-4}
3	0.4	0.2	16×10^{-4}

1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
3) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
4) ما هي الرتبة الكلّية للتفاعل .
5) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
6) اكتب قانون سرعة التفاعل .

(2) طريقة الرسم البياني Graphical Method

تعتمد هذه الطريقة على اجراء التجربة عملياً حيث يتم عمل الآتي :

* نجهز كميات كبيرة من المادة المراد حساب رتبتها وكميات محددة وثابتة من المواد المتفاعلة الأخرى .
* نبدأ بإجراء التفاعل مع تسجيل التغير في تركيز المادة المطلوبة مع التغير في الزمن .
* نرسم بيانياً العلاقة بين التركيز والزمن ونحدد السرعات عند نقاط مختلفة من ميل المماس
* الآن يصبح لدينا سرعات مختلفة عند تراكيز مختلفة **ولو قمنا برسم العلاقة بيانياً بين السرعة R والتركيز [ ]**

فإننا سنحصل على قيمة الرتبة من ذلك الرسم ,

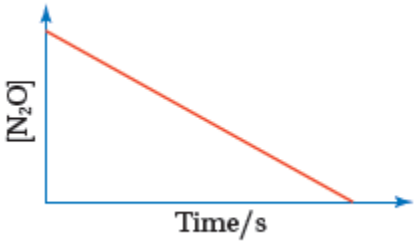
وفي هذا الموضوع سنقتصر على تفاعلات **الرتبة الصفرية** وتفاعلات **الرتبة الأولى** فقط (المقصود هنا الرتبة الكلية)

أ- تفاعلات الرتبة الصفرية Zero Order

عندما يكون التفاعل من الرتبة الصفرية (رتبته الكلية تساوي صفر) فهذا يعني أن :

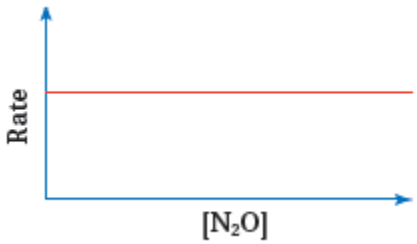
1- المتفاعلات وتركيزها لا تؤثر في سرعة التفاعل .
2- التناقص في كمية المتفاعلات يكون ثابتاً بمرور الوقت .
3- الرسم البياني الذي يمثل التركيز مقابل الزمن يكون خطياً عكسياً .
4- الرسم البياني الذي يمثل السرعة مقابل التركيز يكون خطاً مستقيماً أفقياً .
5- قانون السرعة لهذا التفاعل هو **R = K** وعندها فإن وحدة K هي $M.s^{-1}$.

مثال : وجد بالتجربة أن أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين يتحلل حسب المعادلة : $2N_2O_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$
ووجد أنها لا تحلل إلا بوجود الحرارة والبلاتين Pt كعوامل مساعدة مهما كانت كمية N_2O المتوفرة .
والرسم البياني الآتي يمثل التفاعل :



علاقة خطية / عكسية / ميلها ثابت
متناقصة لأنها متفاعلات .

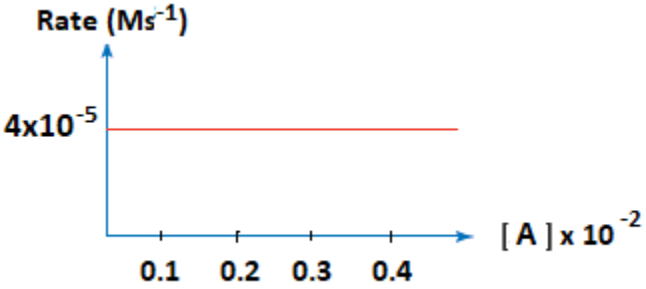
بعد أخذ عدة نقاط
وتمثيلها



علاقة ثابتة تعني أن السرعة ثابتة مهما
تغير تركيز المادة وهذا يعني أن الرتبة صفر

هذه الطريقة مع الرسم البياني الموضّح تستخدم دائماً للتعبير عن أي تفاعل من الرتبة الصفرية .

سؤال : في تجربة لتحديد رتبة المادة A في التفاعل : $A \longrightarrow D + E$ **تم الحصول على الرسم البياني الآتي :**



1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A ؟
2- ما نوع التفاعل من حيث الرتب ؟
3- اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل .
4- ما قيمة K لهذا التفاعل ؟
5- ما هي وحدة الثابت K في هذا التفاعل ؟
6- ما قيمة السرعة R عندما يكون [A]=0.2M
7- ما قيمة السرعة R عندما يكون [A]=0.4M
8- ارسم العلاقة البيانية التي تمثل التغير في [A] مقابل الزمن .

ب- تفاعلات الرتبة الأولى First order

عندما يكون التفاعل من الرتبة الأولى (**رتبته الكلية تساوي 1**) فهذا يعني أن :

1- المتفاعلات وتركيزها تؤثر طردياً في سرعة التفاعل .

2- التناقص في كمية المتفاعلات يكون غير ثابتاً بمرور الوقت (علاقة عكسية غير خطية) .

3- مقدار الزيادة في التركيز يساوي مقدار الزيادة في السرعة وكذلك بالنسبة للنقص فمثلاً :

عندما يتضاعف التركيز مرتين تتضاعف السرعة مرتين ولو قلّ التركيز إلى الربع تقل السرعة إلى الربع وهكذا .

4- الرسم البياني الذي يمثل التركيز مقابل الزمن يكون عكسياً وغيرخطياً.

5- الرسم البياني الذي يمثل السرعة مقابل التركيز يكون علاقة خطية طردية (متزايدة).

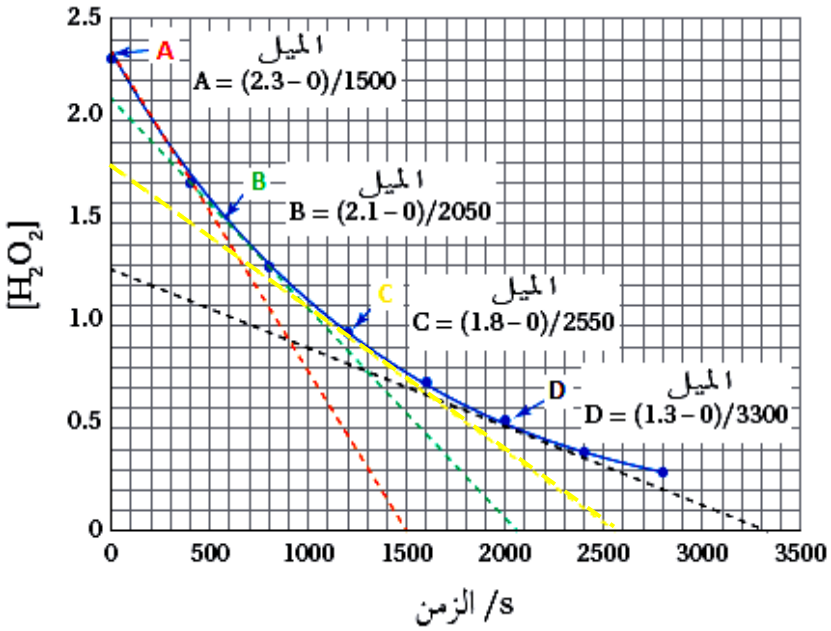
6- قانون السرعة لهذا التفاعل هو $R = K [A]^1$ وعندها فإن وحدة K هي s^{-1} .

مثال : وجد بالتجربة أن فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 يتحلل حسب المعادلة الآتية :

$$2H_2O_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

ووجد بالتجربة العملية أن سرعة هذا التفاعل تتضاعف وتتناقص بنفس نسبة تضاعف وتناقص تركيز H_2O_2.

ولذلك فإن التفاعل من الرتبة الأولى ويمثل بيانياً كالآتي :



- علاقة غير خطيّة
- عكسيّة
- ميلها غير ثابت

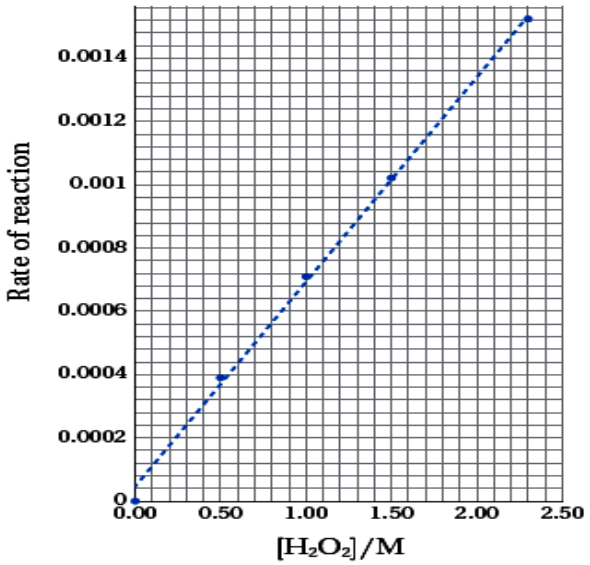
من التجربة العملية والرسم أعلاه ثم تطبيق العلاقة:

$$R = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}$$

على النقاط المحددة A,B,C,D حصلنا على سرعات لحظية كما يبين الجدول :

$(R) \times 10^{-3}$ M.s^{-1}	$[H_2O_2]$ M
0.394	0.5
0.706	1.0
1.024	1.5
1.533	2.3

بعد أخذ النقاط وتمثيلها



علاقة خطية متزايدة /طردية /تمثل الرتبة الأولى

الدرس 3 نظرية التصادم والعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل
Collision Theory and Factors Affect Reaction Rate

من المهم جداً معرفة ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل وذلك لاستخدامها في :
١- إما زيادة إنتاجية مادة بسبب الحاجة إليها في الصناعات المختلفة مثل عملية إنتاج الأمونيا NH_3 .
٢- أو لتقليل إنتاج مواد معينة للتخفيف من أثرها مثل المواد المسببة لفساد الأغذية .
ولا يمكن فهم آلية حدوث التفاعل أو العوامل المؤثرة في سرعته إلا بفهم **نظرية التصادم**

نظرية التصادم Collision Theory

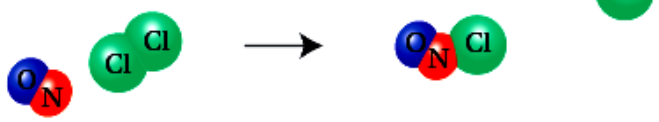
هي نظرية وضعها العالمان ماكس تراوتز ووليام لويس لتفسير آلية حدوث التفاعل الكيميائي وتقديم اقتراحات , حول كيفية تغيير سرعة التفاعلات وتتضمن نظرية التصادم ثلاثة بنود هي :

البند الأول	البند الثاني	البند الثالث
لحدوث تفاعل كيميائي يجب حدوث تصادم بين جزيئات المتفاعلات سواء كانت ذرات أو أيونات أو جزيئات متعادلة	أن تكون طاقة التصادم كافية لتكسير الروابط بين الجسيمات المتفاعلة وتكوين روابط جديدة	أن يكون اتجاه التصادم صحيحاً (مناسباً)

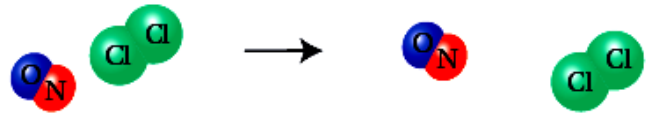
التصادم الفعّال Effective Collision

هو التصادم الذي يمتلك طاقة كافية تؤدي إلى حدوث التفاعل وتكوين النواتج وهذا يتطلب أيضاً أن يكون اتجاه التصادم مناسباً . { باختصار، شروط التصادم الفعّال هي 1- طاقة كافية 2- اتجاه تصادم صحيح (مناسب) }

مثال(1): يتفاعل أحادي أكسيد النيتروجين مع الكلور وفق المعادلة : $NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow NOCl_{(g)} + Cl_{(g)}$
وفيما يأتي بعض الاحتمالات للتصادمات الحادثة بين الجزيئات وليس بالضرورة أن تكون جميعها فعّالة :

a. 

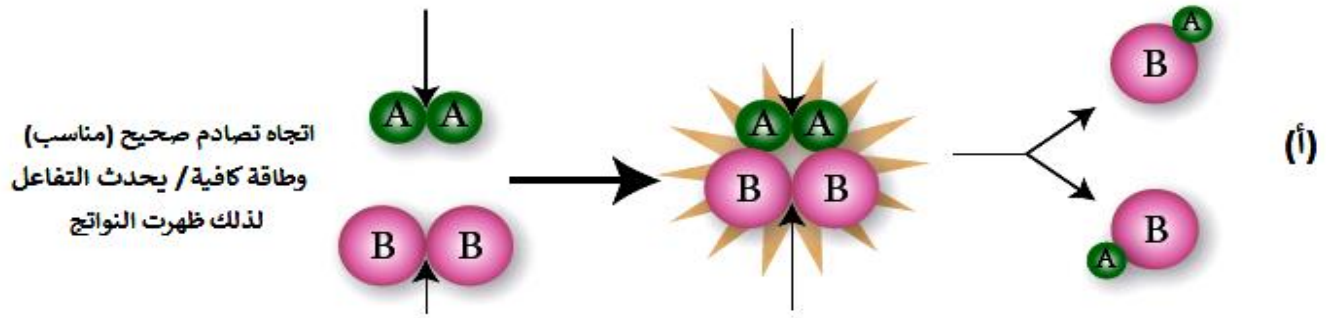
تصادم فعّال (اتجاه مناسب) / تظهر النواتج

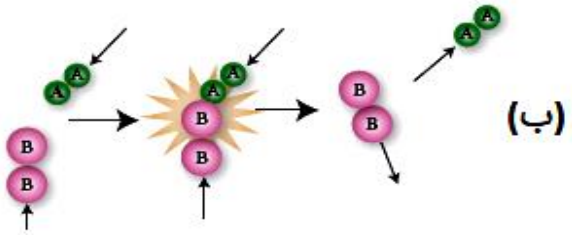
b. 

تصادم غير فعّال (اتجاه غير مناسب)
لا تظهر النواتج

مثال(2) : في التفاعل العام الذي يحدث وفق المعادلة : $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$

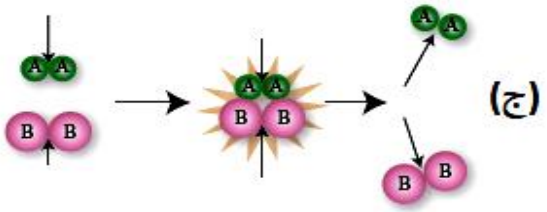
وفيما يأتي بعض الاحتمالات للتصادمات الحادثة بين الجزيئات وليس بالضرورة أن تكون جميعها فعّالة :





اتجاه تصادم غير صحيح وطاقة غير كافية.

لا يحدث التفاعل/ لا تظهر النواتج

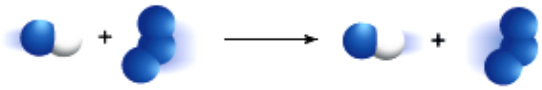


اتجاه تصادم صحيح وطاقة غير كافية.

لا يحدث التفاعل/ لا تظهر النواتج

سؤال : أي الاحتمالين يعدّ اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال بين جزيئات أحادي أكسيد النيتروجين وجزيئات الأوزون؛ وفق المعادلة الآتية:

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

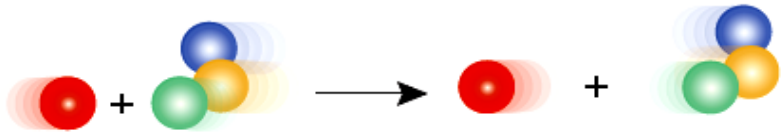
1) 

2)

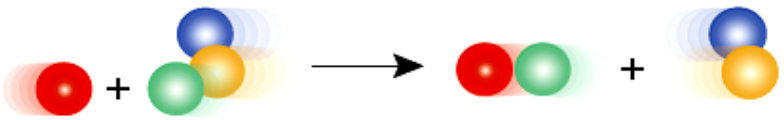
الحلّ:

ألاحظ من الاحتمال الأول؛ أنه لم يتغير ترتيب الذرات المتفاعلة عن الناتجة؛ مما يعني أن اتجاه التصادم غير صحيح، في حين أن الاحتمال الثاني يعدّ اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال؛ لأنه أدى إلى إعادة ترتيب الذرات

سؤال : أي الحالتين فيما يأتي تمثل تصادماً فعّالاً وأيها لا , بيّن ذلك من خلال الشروط التي تحققت والشروط التي لم تتحقق لكل منها

1) 

التصادم : ..... الشروط التي تحققت : ..... الشروط التي لم تتحقق: .....

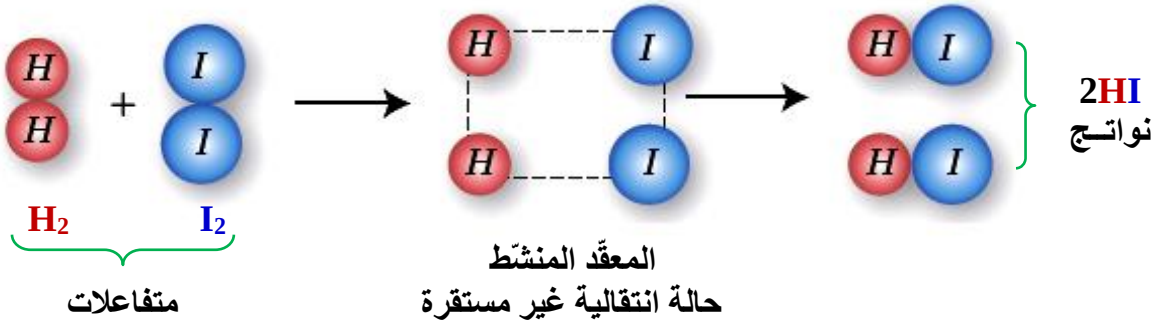
2) 

التصادم : ..... الشروط التي تحققت : ..... الشروط التي لم تتحقق: .....

المعقد المنشّط Activated Complex

هو جسيمات ناتجة من تجمع ذرات لها طاقة عالية وهو حالة انتقالية غير مستقرّة للمواد يبدأ فيها تكسير روابط وتكوين روابط جديدة وتمتلك أعلى طاقة في التفاعل تسمى "طاقة وضع المعقد المنشّط" .

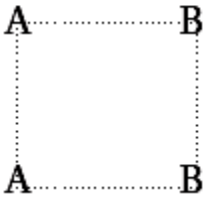
مثال : ارسم المعقد المنشّط المُتكوّن عند تفاعل الهيدروجين مع اليود وفق المعادلة : $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$



سؤال : أرسم المعقّد المنشّط المتكون عن التفاعل العام الآتي: $2AB \rightarrow A_2 + B_2$

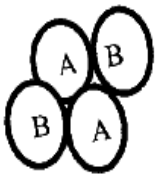
الحلّ:

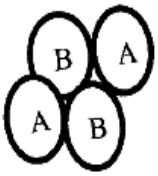
يحدث التصادم بين ذرتي A وذرتي B في الجسيمات AB، ويتوقع أن تنكسر كل رابطة A–B، وتتكون الرابطة بين A–A و B–B؛ فيكون المعقّد المنشّط كما يأتي:

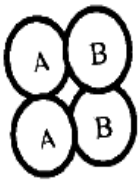


شكل المعقّد المنشّط

سؤال: في التفاعل الافتراضي عند درجة حرارة معينة $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ ، فإن الوضع الذي يُعبِّر عن التصادم الفعال هو:

أ)


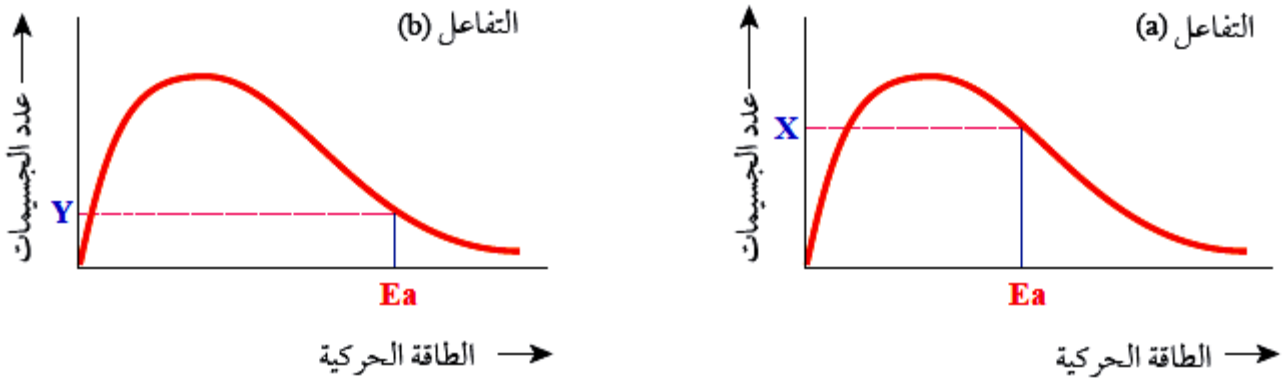
ب)


ج)


د)

طاقة التنشيط Activation Energy (Ea)

- هي الطاقة الكافية اللازمة لحدوث التفاعل والتي ذُكِرتْ سابقًا في نظرية التصادم
- تعريفها : هي الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن تمتلكها الجسيمات المتفاعلة لكي تبدأ التفاعل وتُكوِّن المُعقّد المنشّط .
- من التعريف يتّضح أنه كلما كانت طاقة التنشيط أقل فإن ذلك أفضل للتفاعل من حيث سرعة حدوثة وكفاءة حدوثه
والسبب في ذلك : أنه كلما كانت Ea للتفاعل أقل فإن عدد الجزيئات التي ستمتلك هذه الطاقة ستزداد وهذا يعني أن التصادم بين الجزيئات سيكون فعّالاً وهذا معناه حدوث التفاعل بل وزيادة سرعته والشكل الآتي يوضح ذلك :



- من العلاقات البيانية السابقة نستطيع استنتاج الآتي :

1- لكل تفاعل طاقة تنشيط Ea خاصة به وتختلف باختلاف التفاعل

2- X : عدد الجزيئات التي تمتلك Ea أو أعلى منها في التفاعل a

Y : عدد الجزيئات التي تمتلك Ea أو أعلى منها في التفاعل b

ونلاحظ أن => X > Y لأن Ea للتفاعل (a) < Ea للتفاعل (b)

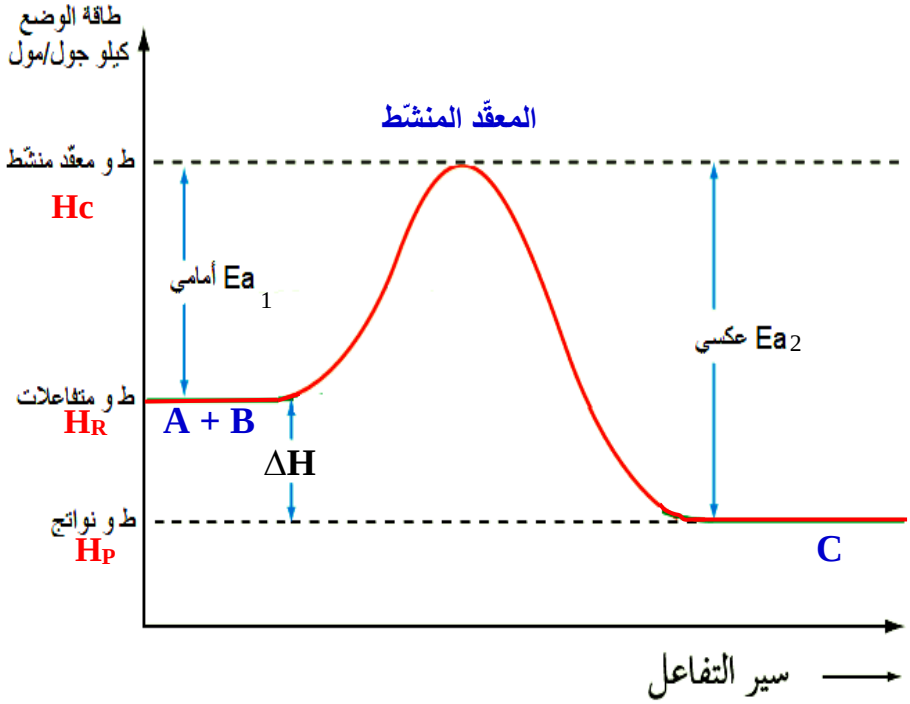
ولذلك فإن => التفاعل a أسرع من التفاعل b واحتمال تكوّن النواتج فيه أكبر من b .

❖ تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث الطاقة المصاحبة لها إلى نوعين :

تفاعل طارد للطاقة (-)

هو تفاعل يُنتج كمية من الطاقة عند حدوثه .

صيغته العامة : $A + B \rightleftharpoons C + (H)$ طاقة



$\Delta H = (-)$

$H_R > H_P$

$Ea_2 > Ea_1$

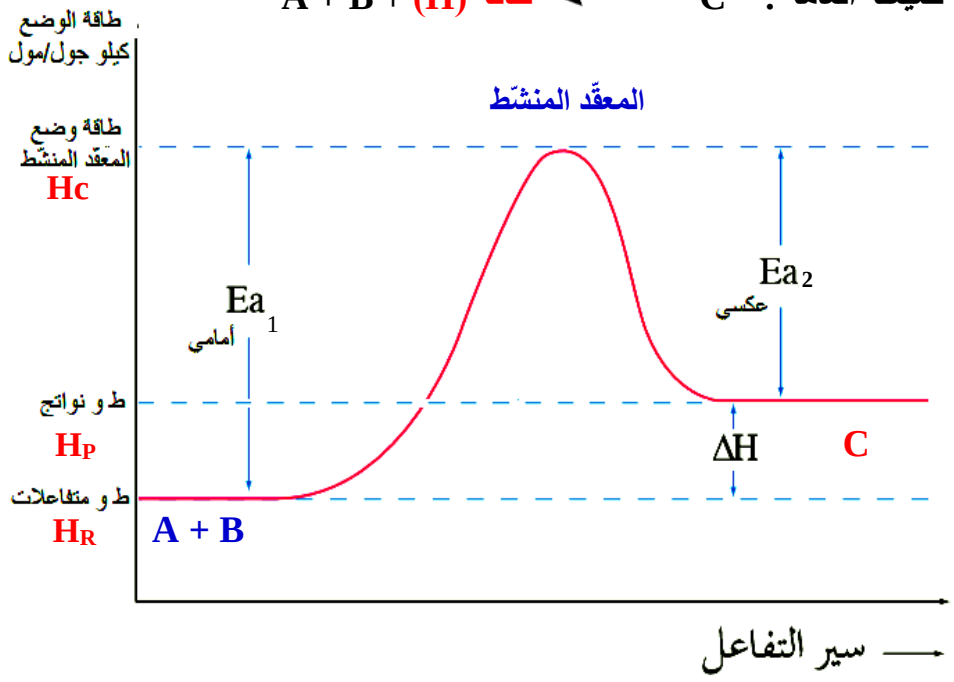
النواتج أكثر استقراراً

التفاعل الأمامي أسرع

تفاعل ماص للطاقة (+)

هو تفاعل يحتاج كمية من الطاقة ليحدث .

صيغته العامة : $A + B + (H)$ طاقة $\rightleftharpoons C$



$\Delta H = (+)$

$H_R < H_P$

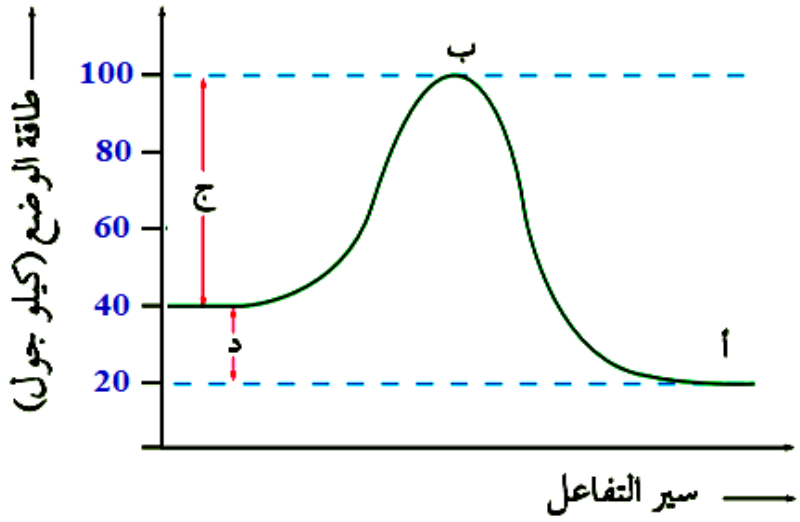
$Ea_2 < Ea_1$

المتفاعلات أكثر استقراراً

التفاعل العكسي أسرع

ΔH : هي المُحتوى الحراري للتفاعل رياضيًا => $\Delta H = H_P - H_R$ أو $\Delta H = Ea_1 - Ea_2$

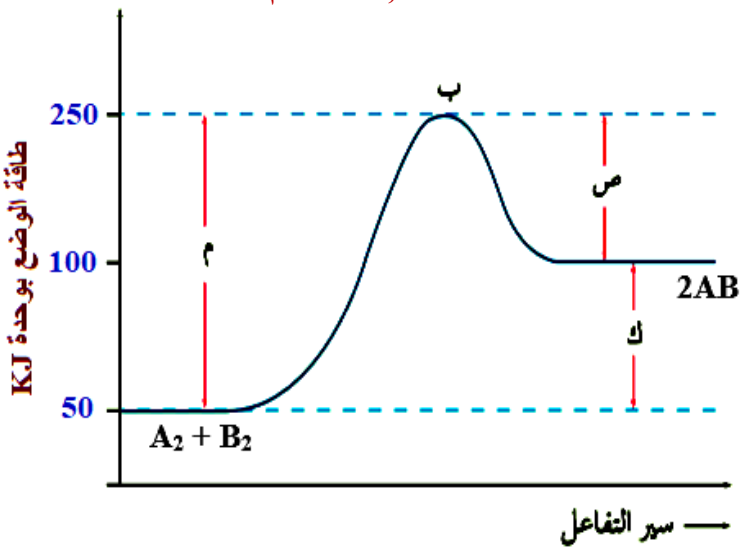
سؤال : الشكل الآتي يمثل منحنى سير طاقة الوضع للتفاعل : $A + B \rightleftharpoons C$, أدرسه ثم أجب عن الأسئلة .



1) إلام تشير الرموز أ,ب,ج,د ؟
2) ما مقدار طاقة المواد المتفاعلة H_R
3) ما مقدار طاقة النواتج H_P
4) ما مقدار طاقة المعقّد المنشط Hc
5) ما مقدار التغيّر في المحتوى الحراري ΔH
6) ما مقدار طاقة التنشيط الأمامي Ea_1
7) ما مقدار طاقة التنشيط العكسي Ea_2
8) أي الأجزاء أكثر استقراراً
9) أي الأجزاء أقل استقراراً
10) أعد كتابة التفاعل متضمنًا ΔH

الحل :

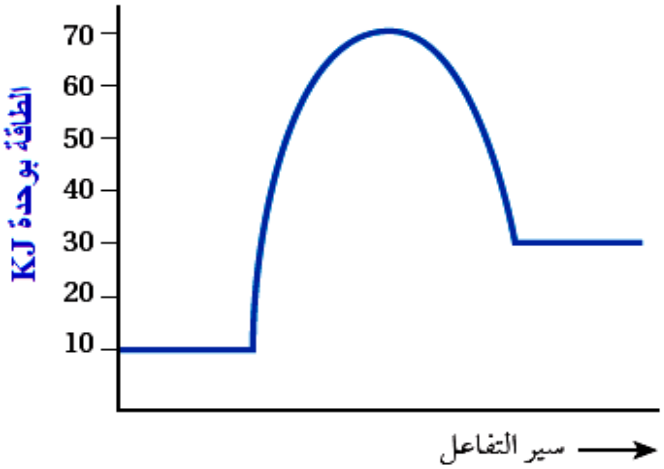
سؤال : الشكل الآتي يمثل منحنى سير طاقة الوضع للتفاعل : $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$, أدرسه ثم أجب عن الأسئلة .



1) إلام تشير الرموز م،ب،ص،ك ؟
2) ما مقدار طاقة المواد المتفاعلة H_R
3) ما مقدار طاقة النواتج H_P
4) ما مقدار طاقة المعقّد المنشط Hc
5) ما مقدار التغيّر في المحتوى الحراري ΔH
6) ما مقدار طاقة التنشيط الأمامي Ea_1
7) ما مقدار طاقة التنشيط العكسي Ea_2
8) أي الأجزاء أكثر استقراراً
9) أي الأجزاء أقل استقراراً
10) أعد كتابة التفاعل متضمنًا ΔH

الحل :

سؤال : بدراسة منحنى التفاعل الماصّ للطاقة المجاور؛ جد قيمة كلٍّ مما يأتي (بوحدة kJ):



1- طاقة المواد المتفاعلة.

2- طاقة المواد الناتجة.

3- طاقة المعقّد المنشّط.

4- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي.

5- طاقة تنشيط التفاعل العكسي.

6- التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH.

الحلّ:

سؤال : في تفاعل ما؛ كانت طاقة المواد المتفاعلة 25 kJ، وكان التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل 45 kJ، وطاقة تنشيط التفاعل العكسي 55 kJ؛ أجد قيمة كل مما يأتي (بوحدة kJ):

1- طاقة المواد الناتجة؟

2- طاقة المعقّد المنشّط؟

3- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي؟

4- هل التفاعل ماصّ للطاقة أم طارد لها؟

الحلّ:

سؤال : في تفاعل ما؛ كانت قيمة التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل 80 kJ−، وطاقة المواد الناتجة 15 kJ، وطاقة المعقّد المنشّط 150 kJ ؛ أحسب:

1- طاقة المواد المتفاعلة.

2- طاقة تنشيط التفاعل العكسي.

3- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي.

الحلّ:

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

تتأثر سرعة التفاعل بمجموعة من العوامل التي يمكن التحكم بها لزيادة سرعة التفاعل أو ابطائها ، وهذه العوامل هي :

(1) طبيعة المواد المتفاعلة The Nature of Reactants

تتفاعل بعض المواد أسرع من غيرها بسبب نشاطها الكيميائي ، فمن المعلوم أن

1- تفاعل الصوديوم Na مع الماء أسرع من تفاعل المغنيسيوم Mg مع الماء والسبب أن الصوديوم Na أكثر نشاطًا من المغنيسيوم Mg .

2- يتفاعل الخارصين Zn مع محلول نترات الفضة $AgNO_3$ أسرع من النحاس Cu لأن Zn أنشط كيميائيًا من Cu

(2) تركيز المواد المتفاعلة Concentration of Reactants

عند زيادة تركيز المتفاعلات تزداد عدد الجسيمات في وحدة الحجم فتزداد التصادمات الكليّة بينها مما يعني زيادة عدد التصادمات في الاتجاه الصحيح وبالتالي زيادة التصادمات الفعّالة مما يعني زيادة سرعة التفاعل .

مثال (1)

1) 1gm Zn + 20 ml HCl (0.1 M) ⟶ $ZnCl_2$ + H_2 التفاعل بطيء

2) 1gm Zn + 20 ml HCl (1 M) ⟶ $ZnCl_2$ + H_2 التفاعل أسرع

والدليل : في التفاعل الثاني يتصاعد غاز الهيدروجين H_2 ذو اللون الرمادي بسرعة أكبر .

مثال (2)

تفاعل المواد مع الأكسجين O_2 النقي أسرع من تفاعلها مع الهواء الجوي لأن تركيز الأكسجين النقي يكون أكبر منه في الهواء الجوي .

(3) مساحة سطح المواد المتفاعلة Surface Area of Reactants

عند زيادة مساحة سطح المادة الصلبة المعرّضة للتفاعل فإن عدد التصادمات الفعّالة تزداد فتزداد سرعة التفاعل بشكل عام : الكتلة الكبيرة توفر مساحة سطح صغيرة للتفاعل والعكس صحيح

لذلك :

مثال (1)

1) 50gm Fe (برادة) + 20 ml HCl (1 M) ⟶ التفاعل أسرع

2) 50gm Fe (قطعة) + 20 ml HCl (1 M) ⟶ التفاعل أبـطأ

والدليل : في التفاعل الأول يتصاعد غاز الهيدروجين H_2 ذو اللون الرمادي بسرعة أكبر .

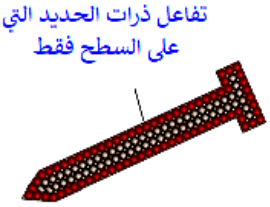
مثال (2)

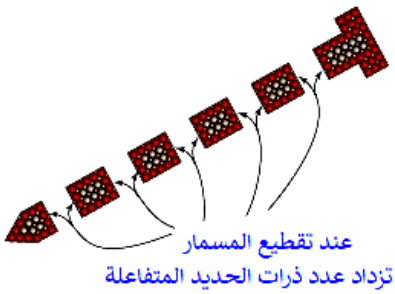
تحترق نشارة الخشب بسرعة أكبر من قطعة الخشب التي لها نفس الكتلة

مثال (3)

يتفاعل مسحوق الطباشير مع الخل بسرعة أكبر من قطعة الطباشير التي لها نفس الكتلة .

وكذلك الحال لو كان تفاعل الحديد مع الأكسجين سيظهر صدأ الحديد مع البرادة أسرع منه في حالة القطعة .

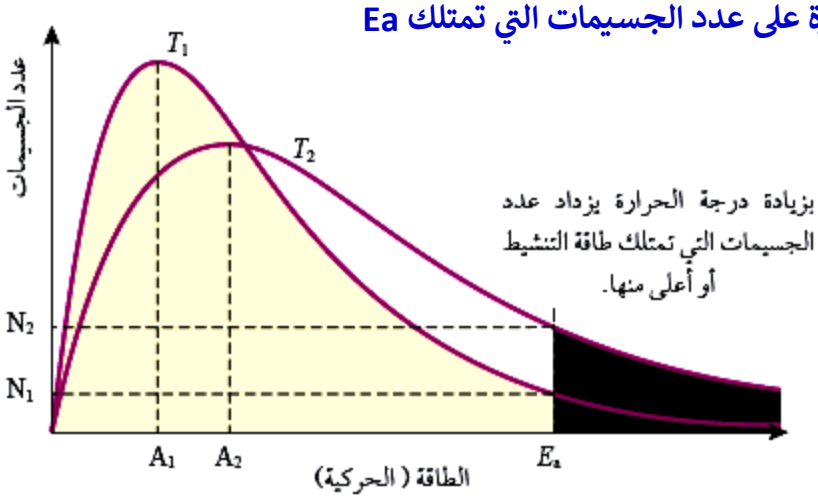




(4) درجة الحرارة (T) Temperature

زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية لجسيمات المواد المتفاعلة ، فتزداد عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة التنشيط Ea أو أعلى منها فتزداد عدد التصادمات الفعّالة فتزداد سرعة التفاعل .

الرسم البياني المجاور يبيّن أثر زيادة درجة الحرارة على عدد الجسيمات التي تمتلك Ea



" مخطط ماكسويل – بولتزمان "

حيث :

T_1 : درجة الحرارة الأقل

T_2 : درجة الحرارة الأعلى

N_1 :عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة كافية Ea عند درجة الحرارة الأقل T_1 .

N_2 :عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة كافية Ea عند درجة الحرارة الأقل T_2 .

A_1 : متوسط الطاقة الحركية للجسيمات عند T_1

A_2 : متوسط الطاقة الحركية للجسيمات عند T_2

Ea: تمثل طاقة تنشيط التفاعل التي عندما تمتلكها الجيسمات فإن التصادم يصبح بينها فعّالاً ويبدأ تكوين النواتج، لذلك ...

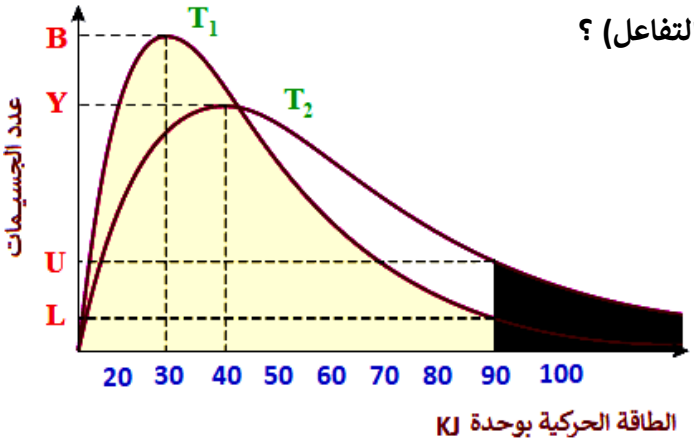
1- المساحة تحت كل منحنى تمثل النسبة المئوية % للجسيمات عند درجة الحرارة المحددة لكل منها .

2- المنطقة المظللة تحديداً تمثل عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة كافية (Ea) للتفاعل .

=> نلاحظ أن المنطقة المظللة تحت منحنى T_2 أكبر من المنطقة المظللة تحت T_1 (عدد الجزيئات أكبر).

3- طاقة التنشيط (Ea) للتفاعل ثابتة لا تتغير بتغير درجة الحرارة .

سؤال : الشكل المجاور يمثل منحنى تغير الطاقة الحركية لجسيمات المواد المتفاعلة لأحد التفاعلات عند درجات حرارة مختلفة ، بعد دراسة الشكل أجب عن الأسئلة .



1- ما مقدار طاقة تنشيط التفاعل Ea ،(الطاقة الكافية لحدوث التفاعل) ؟

2- ما الرمز الذي يمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية لحدوث التفاعل عند درجة الحرارة الأعلى ؟

3- ما الرمز الذي يمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية لحدوث التفاعل عند درجة الحرارة الأقل ؟

4- ماذا يمثل الرمز Y ؟

5- ماذا يمثل الرمز B ؟

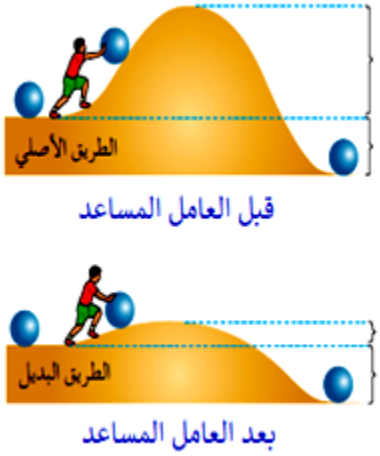
6- أي قيم الطاقة الحركية الآتية بوحدة KJ ، لا تظهر عندها نواتج التفاعل ؟

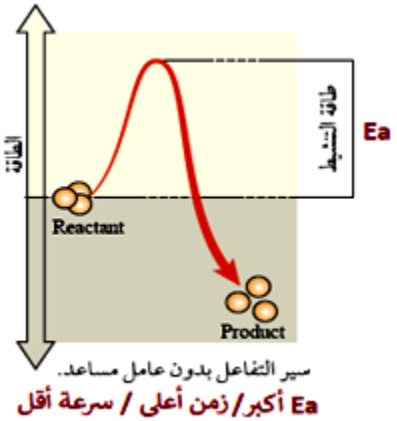
أ) 80 ب) 90 ج) 100 د) 110

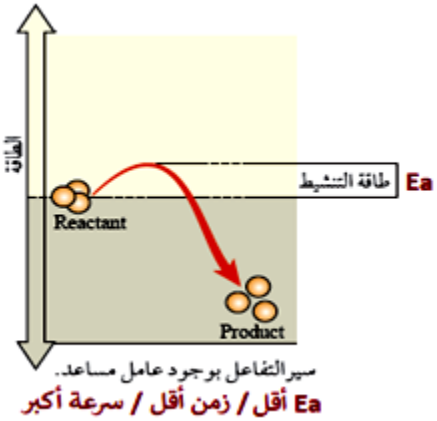
(5) العامل المساعد (العامل الحفّاز) Catalyst

- تعريفه : هو مادة تعمل على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية دون أن تُستهلك أثناء التفاعل .
- الهدف من استخدام العامل المساعد : تقليل زمن حدوث التفاعل وبالتالي زيادة سرعته.
- آلية عمله :

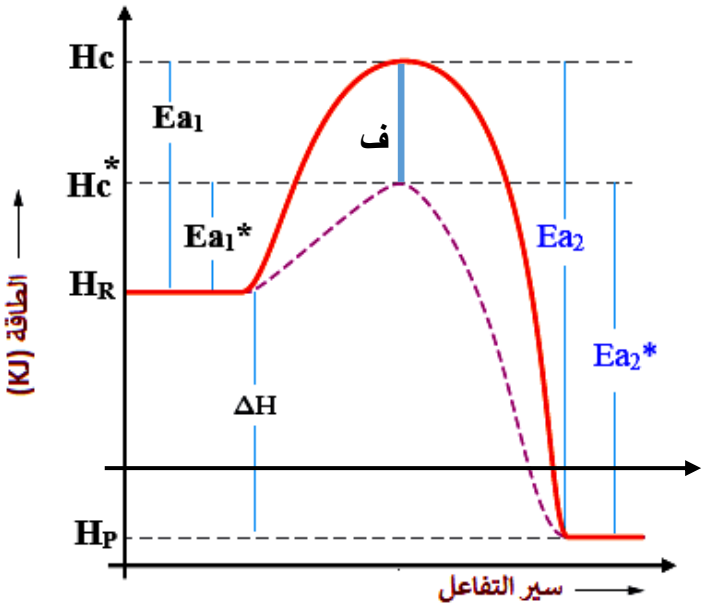
يدخل العامل المساعد إلى التفاعل فيُمهّد مسارًا بديلًا لسير التفاعل حيث **يقلل طاقة التنشيط Ea للتفاعل** فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الكلية والفعالة فتزداد سرعة التفاعل .



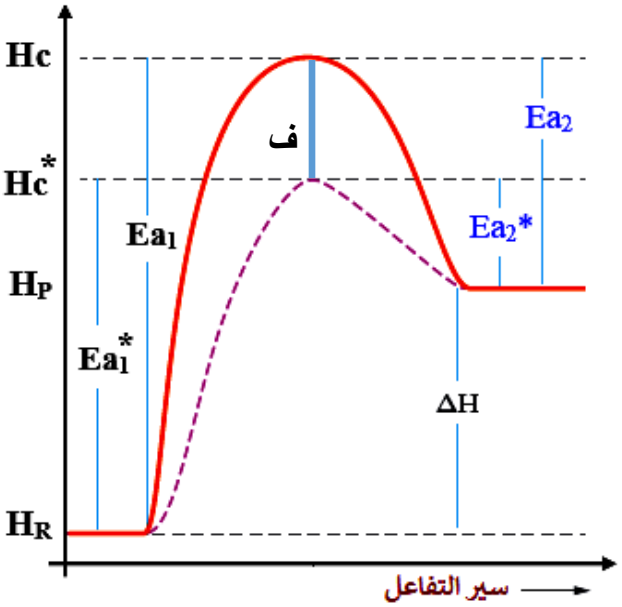




والسؤال الآن كيف يمكن توضيح أثر إضافة العامل المساعد على كل من التفاعل الطارد والماص للطاقة ؟



أثر العامل المساعد على التفاعل الطارد



أثر العامل المساعد على التفاعل الماص

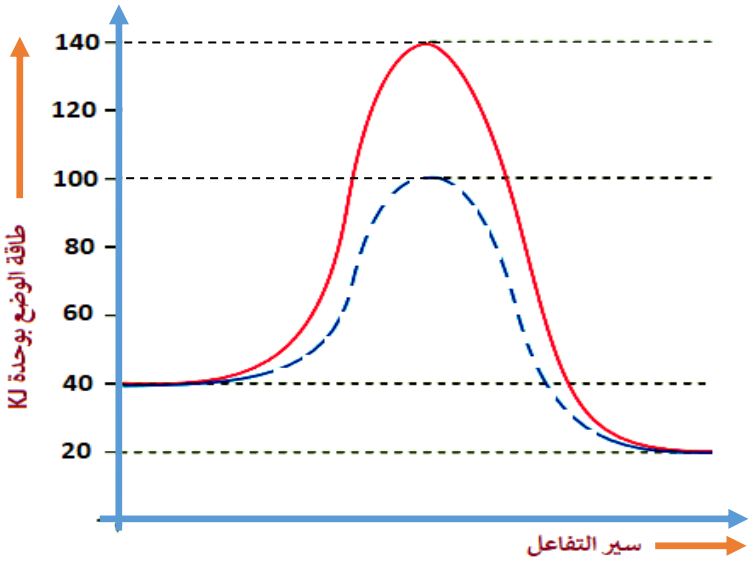
حيث أن :

1) المنحنى المتقطع يمثل تغير طاقة الوضع للتفاعل بعد دخول العامل المساعد
2) Ea_1 : طاقة التنشيط الأمامي بدون عامل المساعد .
3) Ea_1* : طاقة التنشيط الأمامي بوجود عامل المساعد .
4) Ea_2 : طاقة التنشيط العكسي بدون عامل المساعد
5) Ea_2* : طاقة التنشيط العكسي بوجود عامل المساعد .
6) ف : فرق الطاقة للمعقد المنشّط نتيجة استخدام العامل المساعد .
7) Hc : طاقة وضع المعقّد المنشط قبل إضافة عامل مساعد .
8) Hc* : طاقة وضع المعقّد المنشط بعد إضافة عامل مساعد .

مما سبق نلاحظ أن :

بعد دخول العامل المساعد إلى التفاعل فإن طاقة التنشيط الأمامي والعكسي وطاقة المعقد المنشّط جميعها تقل بنفس المقدار (ف) .	العامل المساعد لا يؤثر على قيمة كل من ١- طاقة وضع المتفاعلات ٢- طاقة وضع النواتج ٣- المحتوى الحراري ΔH	العامل المساعد يُغيّر مسار التفاعل ليصبح التفاعل أسرع

سؤال : أدرس منحنى تغير الطاقة الآتي والذي يمثل التفاعل $E + B \rightleftharpoons C + D$ قبل وبعد دخول عامل مساعد للتفاعل ثم أجب عن الأسئلة :



1- ما مقدار طاقة وضع النواتج H_P بعد إضافة عامل مساعد ؟

2- ما مقدار طاقة وضع المعقد المنشّط بعد دخول العامل المساعد Hc^* ؟

3- ما مقدار التغيّر في طاقة الوضع نتيجة استخدام العامل المساعد ؟

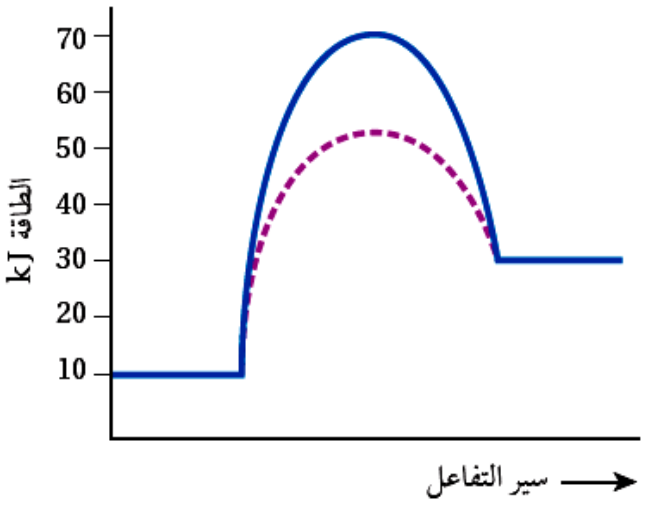
4- احسب التغير في المحتوى الحراري ΔH

6- احسب Ea_1

7- احسب Ea_2^*

الحل :

سؤال : يبين الشكل سير تفاعل ما بوجود العامل المساعد ودون وجوده استنتج من الشكل؛ بوحدة (kJ):



1- طاقة المواد المتفاعلة. H_R

2- طاقة المواد الناتجة. H_P

3- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد. Ea_1

4- طاقة المعقّد المنشّط بوجود العامل المساعد. H_C^*

5- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد. Ea_1^*

6- طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد. Ea_2

7 طاقة تنشيط التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد. Ea_2^*

8- التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل. ΔH

الحلّ:

في تفاعل ما؛ كان التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل 40 kJ–، وطاقة المواد المتفاعلة 70 kJ، وطاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد 110 kJ، وطاقة المعقّد المنشّط بوجود العامل المساعد 80 kJ، أحسب:

1- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون عامل مساعد Ea_2.

2- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد Ea^*_1.

3- طاقة المعقّد المنشّط للتفاعل دون عامل مساعد H_C.

4- طاقة المواد الناتجة H_P.

الحلّ:

1- $Ea_2 = 150$ kJ

2- $Ea^*_1 = 10$ kJ

3- $H_C = 180$ kJ

4- $Hp = 30$ kJ

سؤال: تفاعل فيه طاقة المواد المتفاعلة 110 kJ، وطاقة المواد الناتجة 80 kJ، وطاقة المعقّد المنشّط دون عامل مساعد 180 kJ وطاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساعد 140 kJ، أحسب:

1-طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد.

2-طاقة تنشيط التفاعل الامامي بوجود العامل المساعد.

3-التغيّر في المحتوى الحراري.

4-هل التفاعل ماصّ للحرارة أم طارد لها؟

الحلّ:

1-

2-

3-

4-

سؤال: يتفاعل الهيدروجين مع النيتروجين لإنتاج الأمونيا بوجود خليط من الحديد وأكسيد الألومنيوم (Al_2O_3 / Fe) كعامل مساعد حسب المعادلة الآتية : $2N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)} + 90$ KJ

- كتلة العامل المساعد (Al_2O_3 / Fe) تساوي 3gm عند بدء التفاعل .
- Ea_2* تساوي 163 كيلو جول ،

فأوجد : 1) Ea_1* 2) ΔH 3) كتلة العامل المساعد في نهاية التفاعل .

4) بيّن بالرسم أثر وجود وغياب العامل المساعد في التفاعل السابق .

الحل :

سؤال : في التفاعل الافتراضي $2A + B \rightleftharpoons 2C$ إذا علمت أن

- ط و المتفاعلات تساوي 240 KJ
- ط و نواتج تساوي 20 KJ
- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي Ea_1 تساوي 10 KJ

فأوجد :

1) Ea_2 2) ط و معقّد منشّط 3) ما أثر زيادة درجة الحرارة على Ea للتفاعل ؟

4) عند إضافة عامل مساعد إلى التفاعل قلّت طاقة التنشيط الأمامي بمقدار 2 KJ ، فأوجد :

أ- Ea_1* ب- Ea_2* ج- ΔH د- ط و معقّد منشّط بوجود عامل مساعد

الحل :

سؤال : ادرس البيانات الواردة في الجدول والمتعلقة بتفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

البيانات	طاقة المواد الناتجة	التغيّر في المحتوى الحراري	طاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساعد	طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون عامل مساعد
الطاقة (kJ)	50	+20	70	110

أ. قيمة طاقة المواد المتفاعلة.

ب. قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.

جـ. قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي دون عامل مساعد.

د. قيمة طاقة المعقّد المنشّط للتفاعل دون عامل مساعد.

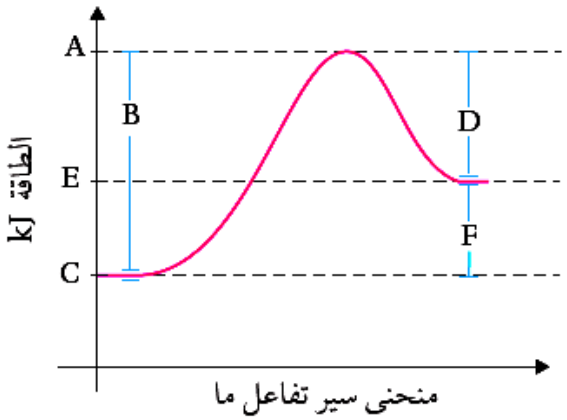
هـ. هل التفاعل ماصّ للحرارة أم طارد لها؟

و. طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد.

سؤال : اعتمادًا على البيانات الواردة في الجدول والمتعلقة بتفاعل ما ، جد قيمة الرموز : أ ب ج د ؟

سير التفاعل	طاقة المواد الناتجة	طاقة المعقّد المنشّط	طاقة تنشيط التفاعل العكسي	طاقة تنشيط التفاعل الأمامي
دون عامل مساعد	أ	ب	170	ج
بوجود عامل مساعد	40	150	د	80

سؤال : الشكل المجاور يبيّن تغير الطاقة أثناء سير تفاعل ما ، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة



ما الرمز الذي يمثل كلًّا مما يأتي:

أ) طاقة المواد المتفاعلة.

ب) طاقة المواد الناتجة.

جـ) طاقة المعقّد المنشّط.

د) التغيّر في المحتوى الحراري.

هـ)طاقة تنشيط التفاعل الأمامي.

و)طاقة تنشيط التفاعل العكسي.

أثر العامل المساعد في موضع الاتزان الكيميائي
The effect of Catalyst in the Position of equilibrium

الاتزان الكيميائي : Chemical equilibrium

هو ثبات أي تغير يحدث للتفاعل الكيميائي بعد فترة من الزمن ، ومن المعلوم أن التفاعلات الكيميائية تقسم إلى نوعين من حيث استمراريتها وهي :

أ) **تفاعلات غير منعكسة** Un Reversible Reaction : وهي تفاعلات تحدث باتجاه واحد فقط هو **الأمامي** وتنتهي بانتهاء كمية المواد المتفاعلة مثل تفاعلات الاحتراق بجميع أشكالها ، مثال: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

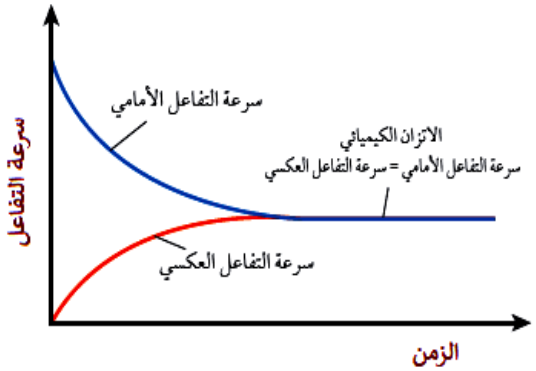
ب) **تفاعلات منعكسة** Reversible Reaction : وهي تفاعلات تحدث باتجاهين أمامي وعكسي أي أن المتفاعلات تعطي نواتج ثم بعد فترة من الزمن تبدأ النواتج بالتفاعل وتكوين المتفاعلات مرةً أخرى وهذه العملية تستمر حتى يحدث الاتزان

والاتزان يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي لأي تفاعل .

الاتزان الكيميائي هو حالة مرتبطة بالتفاعلات المنعكسة فقط

موضع الاتزان : Position of equilibrium

هو اللحظة التي تتساوى فيها سرعة التفاعل الأمامي مع العكسي .



والشكل البياني المجاور يوضح الآتي :

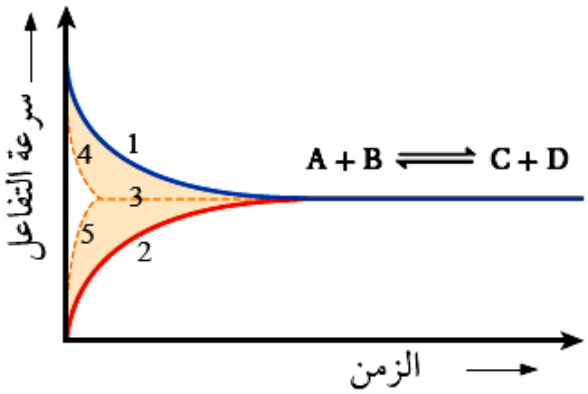
1- بداية التفاعل : تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر ما يمكن .
تكون سرعة التفاعل العكسي أقل ما يمكن .

2- نقطة التقاء المنحنيات تمثل موضع الاتزان ، حيث:
أ) تتساوى السرعات للتفاعلين الأمامي والعكسي عندها .
ب) الزمن في تلك النقطة يمثل زمن وصول التفاعل لموضع للاتزان .

أما عن أثر العامل المساعد في موضع الاتزان فهو كالآتي :

العامل المساعد يقلل طاقة التنشيط Ea للتفاعل فتزداد سرعة التفاعلين الأمامي والعكسي معًا فتزداد سرعة الوصول للاتزان الكيميائي

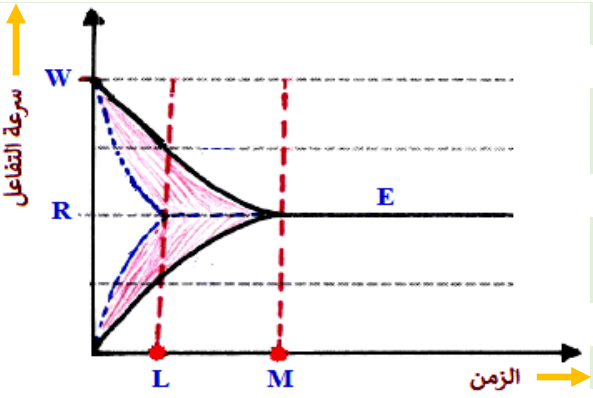
والشكل المجاور يبيّن ذلك حيث :



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

(العامل المساعد لا يغيّر موضع الاتزان وانما يزيد من سرعة وصول التفاعل إليه/ يقلل الزمن اللازم للوصول إليه)

سؤال : الشكل المجاور يمثل حالة الاتزان للتفاعل $D \rightleftharpoons X$ قبل وبعد إضافة العامل المساعد



1- الرمز الذي يمثل موضع الاتزان هو

أ) L ب) E ج) W د) M

2- الرمز الذي يمثل زمن وصول التفاعل لحالة الاتزان قبل دخول العامل المساعد

أ) R ب) E ج) W د) M

3- الرمز الذي يمثل زمن وصول التفاعل لحالة الاتزان بعد دخول العامل المساعد

أ) R ب) E ج) L د) M

4- الرمز الذي يمثل سرعة التفاعل الأمامي بداية التفاعل

أ) R ب) E ج) W د) M

5- الرمز الذي يمثل سرعة التفاعل العكسي عند وصول التفاعل لحالة الاتزان

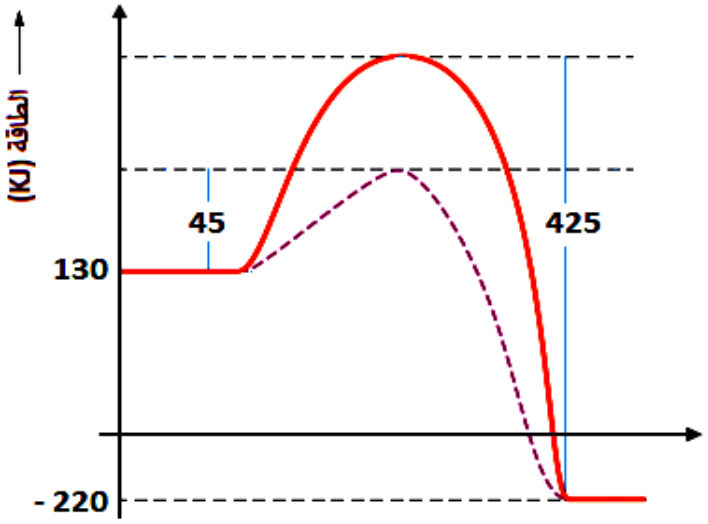
أ) R ب) E ج) L د) M

6- أي من الآتية لا يتأثر بإضافة العامل المساعد

أ) سرعة التفاعل الأمامي ب) زمن وصول التفاعل لحالة الاتزان

ج) سرعة التفاعل العكسي د) حالة الاتزان

سؤال: يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الوضع (KJ) للتفاعل $CO + NO_2 \rightleftharpoons CO_2 + NO$



* ما قيمة كل مما يأتي :

1) ط و متفاعلات

2) ط و معقد منشط بدون عامل مساعد

3) ط و نواتج بدون عامل مساعد

4) Ea_2*

5) Ea_1

6) ΔH متضمناً الإشارة

* هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة ؟

سؤال: ادرس معلومات الجدول الآتي لتفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

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

1) قيمة طاقة وضع المعقد المنشط (KJ) تساوي :

أ- 250 ب- 260 ج- 220 د- 200

2) قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (KJ) تساوي :

أ- 210 ب- 220 ج- 230 د- 250

3) قيمة ΔH للتفاعل (KJ) تساوي :

أ- 220+ ب- 220 - ج- 240+ د- 240 -

4) ارتفاع درجة الحرارة للتفاعل تؤدي إلى :

أ- زيادة Ea ب- نقصان Ea

ج- زيادة ΔH د- زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك Ea

5) إضافة عامل مساعد للتفاعل تؤدي إلى :

أ- نقصان سرعة التفاعل ب- زيادة زمن التفاعل

ج- زيادة ΔH د- ايجاد مسار بديل للتفاعل

سؤال: ادرس معلومات الجدول الآتي لتفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

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

1) قيمة طاقة وضع المعقد المنشط (KJ) بوجود عامل مساعد تساوي :

أ- 40 ب- 155 ج- 175 د- 200

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

أ- 40 ب- 60 ج- 95 د- 120

3) قيمة ΔH للتفاعل (KJ) تساوي :

أ- 80+ ب- 80 - ج- 240+ د- 240 -

سؤال : جمعت البيانات الإفتراضية الآتية للتفاعل $X + Y \rightarrow XY$

التجربة	[Y] M	[X] M	السرعة الابتدائية M/s
1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.1	0.4
3	0.2	0.2	0.8

أ - أكتب الصيغة العامة لقانون السرعة.

ب- أكتب قانون سرعة التفاعل.

جـ- أجد قيمة (K) ووحدته.

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

التجربة	[A] M	[B] M	[C] M	السرعة الابتدائية M/s
1	0.04	0.04	0.03	0.03
2	0.08	0.08	0.03	0.24
3	0.08	0.04	0.03	0.12
4	0.08	0.04	0.06	0.12

أ - أكتب الصيغة العامة لقانون السرعة.

ب- أكتب قانون سرعة التفاعل.

جـ- أجد قيمة (K)، ووحدته.

سؤال :

في تجربة ما؛ جرى الحصول على البيانات **الواردة في الجدول** عند درجةِ حرارةٍ مُعينةٍ لتفاعل مادتين A و B؛ **ادرسه ثم أجب عن الفقرتين الآتيتين :**

التجربة	الزمن S	[A] M	[B] M
1	10	0.1	0.08
2	20	0.06	0.04
3	30	.....	.....

1- سرعة تفاعل المادة A في الفترة الزمنية (10 – 20 s) بوحدة M/s؟

أ) 0.4 ب) 0.04 جـ) 0.004 د) 0.0004

2- أي التراكيز الآتية يعدّ صحيحًا للمادتين A ، و B في التجربة رقم (3)؟

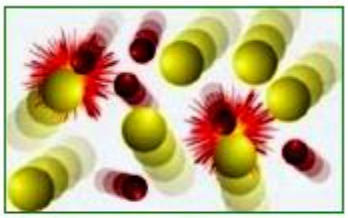
أ) [A] = 0.03 ، [B] = 0.07 ب) [A] = 0.08 ، [B] = 0.01

جـ) [A] = 0.04 ، [B] = 0.03 د) [A] = 0.09 ، [B] = 0.08

سؤال : يمثل الشكلان (أ،ب) تفاعلاً في ظرفين مختلفين ، أي الشكلين يمثل التفاعل الأسرع ، وما العامل المؤثر في سرعة هذا التفاعل ؟

الحل :

(أ)



(ب)

سؤال : في تجربة لقياس سرعة التفاعل لتفاعل ما، تم الحصول على البيانات الواردة في الجدول المجاور فإن قانون السرعة لهذا التفاعل هو :

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

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

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

سؤال : الجدول المجاور يبين تغيّر تركيز المادة X مقابل الزمن للتفاعل اعتماداً على البيانات الواردة ، أجب عن الأسئلة

الزمن (s)	تركيز X (M)
0	6
2	4
5	2
9	?

1- هل المادة X مادة متفاعلة أم ناتجة ؟ فسر إجابتك .
2- احسب سرعة التفاعل في الفترة الزمنية (0-2) .
3- هل تتوقع أن يكون تركيز المادة X عند الزمن 9s أكبر أم أقل من 2M ؟ فسّر ذلك ؟

الحل :

سؤال : يحدث التفاعل $A + 2B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة 80ċ , فإذا علمت ان قانون السرعة لهذا التفاعل هو $R = K [A]^2.[B]^1$ ، فماذا تتوقع أن يحدث لسرعة التفاعل في الحالات الآتية :

1- إذا تضاعف تركيز كل من A و B مرتين
2- إذا تضاعف تركيز A ثلاث مرات وB مرتين
3- إذا تضاعف تركيز B ثلاث مرات وA ثابت
4- إذا تضاعف تركيز A ثلاث مرات وB ثابت
5- إذا تضاعف تركيز B أربع مرات وقل تركيز A إلى النصف
6- إذا قلّ حجم الوعاء إلى النصف
7- إذا تضاعف حجم الوعاء أربع مرّات

سؤال : في التفاعل الافتراضي $A + 2B \longrightarrow C$ إذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف أربع مرات عندما يتضاعف [A] مرتين وثبات [B] , وأن الرتبة الكلية تساوي 2 , فأجب عن الآتي :

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
2- اكتب قانون السرعة للتفاعل .

الحل :

سؤال : في التفاعل الافتراضي $2R + 2M \longrightarrow 3X + Z$ والذي يحدث عند درجة حرارة معينة وجد أنه عند مُضاعفة [R] ثلاث مرات مع بقاء [M] ثابت تتضاعف سرعة التفاعل ثلاث مرات , وعند مُضاعفة [R] و [M] معاً ثلاث مرات تتضاعف السرعة 27 مرة , فأجب عن الآتي :

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة R
2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة M
3- إذا كانت سرعة التفاعل تساوي 2×10^{-5} M/s عندما [R] = 0.1M =[M] ، احسب قيمة الثابت K .

الحل :

سؤال : في التفاعل الافتراضي نواتج ⟵ E + 2B إذا علمت أن قانون السرعة هو $R = K [B]^1 . [E]^X$

وعند مضاعفة [E] ثلاث مرات و [B] أربع مرات , تضاعفت سرعة التفاعل 36 مرة . فما رتبة E ؟

الحل :

سؤال (جيد) : عند دراسة التفاعل D ⟵ A + B + C تم تسجيل الملاحظات الآتية :

عند مُضاعفة تركيز كل من A و C ثلاث مرات مع بقاء [B] ثابت تتضاعف سرعة التفاعل ثلاث مرات ,

وعند مُضاعفة [C] مرتين مع بقاء كل من A و B ثابتين تتضاعف السرعة مرتين ,فإذا كانت قيمة الثابت K تساوي ($K\ (0.1\ M^{-2}.s^{-1})$ ، فأجب عن الفقرتين :

1) قانون السرعة للتفاعل هو :

أ- $R = K [A]^2.[B]^1.[C]^1$ ب- $R = K [A]^1.[B]^1.[C]^1$

ج- $R = K [B]^2.[C]^1$ د- $R = K [B]^2.[A]^1$

2) زيادة تركيز المادة A في التفاعل يؤدي إلى

أ- زيادة سرعة التفاعل ب- تقليل تركيز D ج- تقليل زمن ظهور المادة D د- لا يحدث شيء

سؤال : في التفاعل R ⟵ F + G , رتبة المادة F تساوي 2 وتغيّر تركيز المادة G لا يغير من زمن ظهور المادة R , وحدة الثابت K لهذا التفاعل هي :

أ- $M.s^{-1}$ ب- s^{-1} ج- $M^{-1}.s^{-1}$ د- $M^{-2}.s^{-1}$

سؤال : إذا علمت أن سرعة التفاعل 3R + F ⟵ D يحددها الزيادة في درجة الحرارة فقط , فإن وحدة قياس الثابت K لهذا التفاعل هي :

أ- $M.s^{-1}$ ب- s^{-1} ج- $M^{-1}.s^{-1}$ د- $M^{-2}.s^{-1}$

سؤال : الجدول المجاور يوضّح بيانات تتعلّق بالتفاعل 2A⟵ 2B + C عند درجة حرارة معينة, معتمداً على البيانات الواردة وعلماً أن : $K = (X)\ M^{-1}.s^{-1}$ فإن قيمة (R) تساوي :

رقم التجربة	[A] M	السرعة الابتدائية M/s
1	0.2	3×10^{-5}
2	0.4	R

أ- 3×10^{-5} ب- 3×10^{-12}

ج- 12×10^{-5} د- 2.4×10^{-5}

سؤال : الزمن الذي تكون فيه سرعة التفاعل الكيميائي أعلى هو :

أ- 10 ثانية ب- 20 ثانية ج- 1 دقيقة د- 5 دقيقة

سؤال : في التفاعل B ⟵ A عند درجة حرارة معينة يكون تركيز A أقل ما يمكن عند الزمن :

أ- Zero ب- 20s ج- 50s د- 80s

سؤال : في التفاعل: نواتج ⟵ A والذي يحدث عند درجة حرارة معينة , فإذا كانت الرتبة الكلية للتفاعل تساوي (3) عندما كان تركيز المادة A يساوي (0.2M) والسرعة تساوي 2×10^{-4} M/s فإن سرعة التفاعل عندما يتضاعف تركيز A مرتين تساوي بوحدة (M/s) :

أ- 2×10^{-4} ب- 8×10^{-4} ج- 16×10^{-4} د- 32×10^{-4}

سؤال : يحدث التفاعل $A + B \longrightarrow C$ عند درجة حرارة معينة ، أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الفقرات 1,2,3 علماً أن $K = 0.5\ M^{-2}/s$

رقم التجربة	[A] M	[B] M	السرعة الابتدائية M/s
1	0.1	0.2	0.02
2	0.2	0.3	0.09
3	0.2	0.4	0.16

1) رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B تساوي

أ- صفر ب- 1 ج- 2 د- 3

2) قانون السرعة لهذا التفاعل هو :

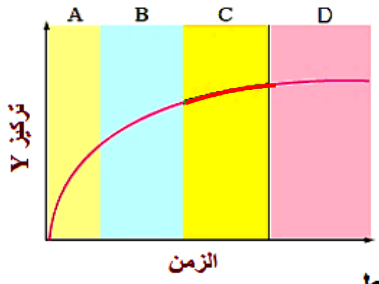
أ- $R = K\,[A]^2.[B]^1$ ب- $R = K\,[A]^1.[B]^2$

ج- $R = K\,[A]^3$ د- $R = K\,[B]^3$

3) تقليل تركيز المادة A في التفاعل يؤدي إلى

أ- زيادة سرعة التفاعل ب- زيادة زمن ظهور المادة C ج- تقليل زمن ظهور المادة C د- لا تؤثر

سؤال : الشكل المجاور يبين العلاقة بين تغير تركيز المادة Y مع الزمن ,



1) الفترة الزمنية التي تكون فيها سرعة التفاعل أعلى ما يمكن هي

أ- A ب- B ج- C د- D

2) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالمادة Y هي :

أ- تعتبر مادة متفاعلة ب- تعتبر مادة ناتجة

ج- تعتبر من الرتبة الصفرية د- يكون تركيزها أكبر ما يمكن بداية التفاعل

سؤال : في التفاعل الافتراضي : $A + B + 40KJ \overset{C}{\rightleftharpoons} 2AB$, إذا كان المحتوى الحراري ΔH للتفاعل يساوي ضعفي طاقة التنشيط العكسي , وطاقة المعقد المنشط بدون عامل مساعد تساوي (70) كيلوجول , فأجب عن الفقرات (1,2)

1) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوحدة (KJ) تساوي

أ- 20 ب- 40 ج- 60 د- 80

2) طاقة وضع المتفاعلات بوحدة (KJ) تساوي

أ- 10 ب- 20 ج- 30 د- 40

سؤال : في التفاعل الافتراضي : نواتج $\longrightarrow AB + 40KJ$ عند درجة حرارة معينة إذا علمت أن طاقة وضع المواد المتفاعلة تساوي (X)KJ ، وعند إضافة العامل المساعد للتفاعل انخفضت طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بمقدار 10KJ وأصبحت طاقة التنشيط للتفاعل العكسي 100KJ ، اعتمادًا على المعلومات الواردة أجب عن الفقرات الآتية :

1) طاقة وضع المواد الناتجة بوحدة (KJ) تساوي

أ- X-40 ب- X+40 ج- X-50 د- X+50

2) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوحدة (KJ) بوجود عامل مساعد تساوي

أ- 110 ب- 120 ج- 140 د- 150

3) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوحدة (KJ) بدون عامل مساعد تساوي

أ- 110 ب- 120 ج- 140 د- 150

4) طاقة وضع المعقّد المنشّط بوحدة (KJ) بدون عامل مساعد تساوي

أ- X+150 ب- X-150 ج- X+140 د- X-140

سؤال : في التفاعل الافتراضي : $B \longrightarrow A + 40KJ$ عند درجة حرارة معينة إذا علمت أن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي تساوي نصف قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الامامي ، فإن قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوحدة (KJ) تساوي :

أ- 20 ب- 40 ج- 60 د- 80

الربط بالفيزياء

استخدم العالم الكيميائي أحمد زويل طريقة يمكن وصفها بأنها أسرع كاميرا حتى الآن. تُنفّذ باستخدام ومضات ليزرية، حيث يكون الزمن بين الومضات منخفضًا جدًا، حيث يمكن الوصول إلى مستويات زمنية صغيرة تصل إلى 10^{-15} من الثانية؛ سميت فيمتو ثانية، حيث مكنته من قياس سرعة بعض التفاعلات الكيميائية.

الربط بالهندسة

تتأثر سرعة تصلب الخلطة الأسمنتية (الخرسانة) بدرجة الحرارة، لذلك يعمل المهندس المختص على إضافة مواد كيميائية بنسب محددة إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها أو إبطائها؛ ضمن فترة زمنية محددة تبعًا لمواصفات قياسية. وبهذا يضاف كلوريد الكالسيوم إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها في فصل الشتاء، في حين يضاف الجبس إلى الخلطة لإبطاء سرعة تصلّبها في فصل الصيف.

الربط بعلم الأحياء

الأنزيمات

وهب الله سبحانه وتعالى بعض الخلايا في أجسامنا القدرة على انتاج الأنزيمات؛ فهي تعمل بوصفها عوامل مساعدة في تسريع حدوث التفاعلات في الخلايا، حيث تخفض طاقة التنشيط للتفاعل، ويعود ذلك إلى أن الكثير من التفاعلات في أجسام الكائنات الحية لا تحدث بالسرعة الكافية للمحافظة على الحياة إلا بوجود الأنزيمات. فمثلًا؛ أنزيم السكريز، يحفز إلى التحلل المائي لمحلول السكر لتكوين سكريات الفركتوز والجلوكوز؛ لإمداد الجسم بالطاقة اللازمة للقيام بالأعمال الحيوية.

تقليل تلفُ الأطعمة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؛ فعند إعداد الطعام نزيد درجة الحرارة لإنضاجه. ولكن ترك الأطعمة في درجة حرارة الغرفة مدةً يؤدي إلى تلفها بسبب حدوث تفاعلات كيميائية؛ فالتفاعلات الكيميائية التي تسبب تلف الأطعمة تكون أسرع كثيرًا عند درجة حرارة الغرفة منها عند وضع الأطعمة في الثلاجة. وبهذا تكون المحافظة على الأطعمة من التلف بحفظها في الثلاجة لضبط التفاعلات التي تحدث وتسبب تلفها. وكذلك بإضافة المواد الحافظة؛ ففي الصناعات الغذائية بوجه عام تستخدم طرائق مختلفة لحفظ الأطعمة، منها التجميد والتجفيف، أيضًا تستخدم مواد تسمى المثبطات Inhibitors، أو المواد الحافظة؛ وهي مواد مضادة للأكسدة تعمل على إبطاء سرعة التفاعل؛ لأن الأكسدة تسبب تلف الأطعمة ولاسيما تلك التي تحتوي على الدهون مثل الأجبان. واستعمال المواد الحافظة آمن في المنتجات الغذائية، وتزيد من مدة صلاحية الغذاء، ومن أنواع المواد الحافظة مضادات البكتيريا؛ وهي مركبات كيميائية لها رموز وأرقام، مثل المركب E220–227، حيث يدخل ثاني أكسيد الكبريت SO_2، في تركيبه الأساسي ويستخدم في حفظ الفواكه.

الجُمَانْ

نوبي الكيمياء

الوحدة الرابعة

الكيـميـاء العضوية

Organic Chemistry

لطلبة التوجيهي العلمي

المنهاج المطوّر

جيل 2005 لعام 2023

إعداد الأستاذ: محمد الشيخ

موقع الأوائل التعليمي

مقدّمة عامة

- ❖ **الكيمياء العضوية Organic chemistry :** هي فرع من فروع الكيمياء والتي تُعنى بدراسة المركبات التي تتكون بشكل أساسي من عنصري الكربون C والهيدروجين H .
- ❖ وجود الكربون والهيدروجين معاً في نفس المركب هو شرط لتكون المركب العضوي لذلك فإن المركبات .
- ❖ للهيدروكربونات مصادر متعددة : أ) مصادر طبيعية مثل أجسام الكائنات الحية وهي مصدر النفط .

ب) مصادر صناعية ويتم إنتاجها وتحضيرها داخل المختبر.

- ❖ كل مركب عضوي يحتوي على مجموعة وظيفية functional group وهي عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات توجد في المركب العضوي تحدد نشاطه ومسؤولة عن حدوث التفاعلات عليه . {وتسمى المجموعة الفعّالة أيضًا}

عنصر الكربون C Carbon atom

هو عنصر ممثل يقع في المجموعة الرابعة ولذلك يمتلك في مداره الأخير 4 إلكترونات $_6C : 1S^2/2S^2 2P^2$

ويمكن تمثيل الكربون حسب تمثيل لويس كالآتي :

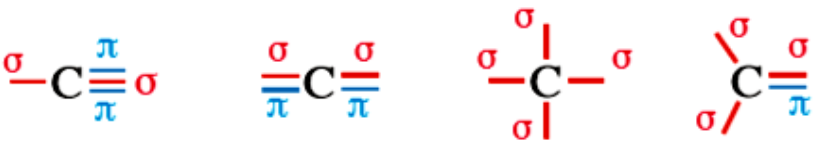
وبناءً على ذلك فإن عنصر الكربون يستطيع تكوين 4 روابط حوله مع الذرات المختلفة وكالآتي :

عنصر الهيدروجين H Hydrogen atom

هو عنصر من اللافلزات متوسط النشاط الكيميائي يقع في المجموعة الأولى ولذلك $_1H : 1S^1$

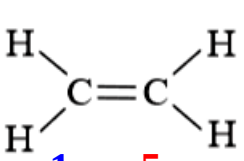
يمتلك في مداره الأخير إلكترون واحد فقط ولذلك يستطيع تكوين رابطة واحدة فقط مع غيره من العناصر .

كل رابطة أحادية تسمى سيغما (σ)/وهي قوية وكل رابطة ثنائية أحدها سيغما والأخرى تسمى باي (π)/وهي ضعيفة والرابطة الثلاثية فيها اثنتين من نوع باي وواحدة من نوع سيغما , كالآتي :

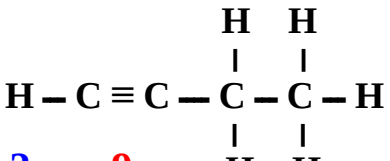


سؤال : كم عدد روابط بايπ وسيغما σ في الصيغ البنائية الآتية

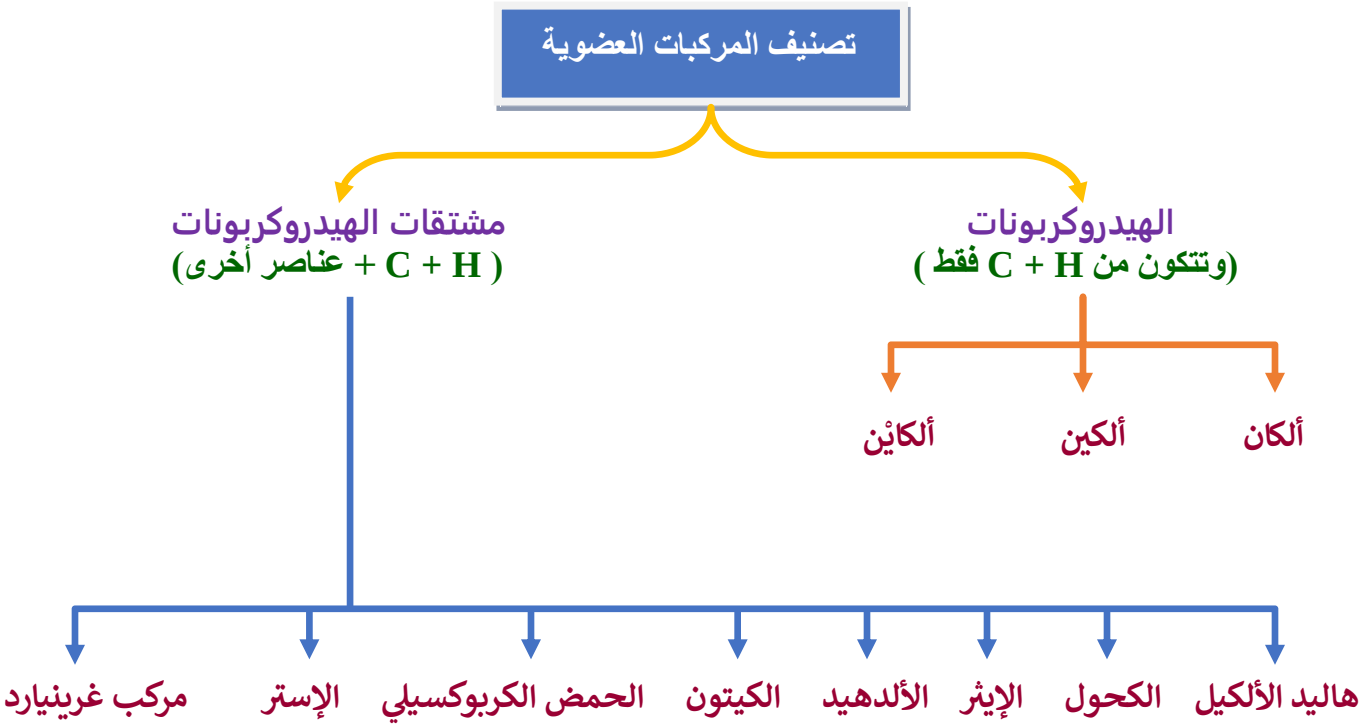
الحل:



1 π , 5 σ



2 π , 9 σ



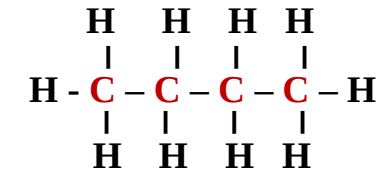
(1) الألكانات ... Alkanes C_nH_{2n+2}

- هي مركبات هيدروكربونية صافية مشبعة (جميع روابطها تساهمية أحادية من نوع سيغما σ).
- تأخذ الصيغة العامة C_nH_{2n+2} حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .

مثال ... اكتب صيغة الألكان المكون من 4 ذرات كربون

الحل : $n = 4$

C_4H_{10} — صيغة جزيئية



صيغة بنائية مفصلة

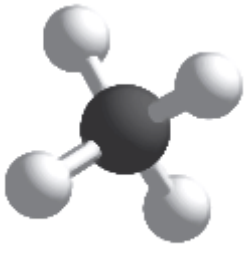
$CH_3CH_2CH_2CH_3$ — صيغة بنائية مختصرة

سؤال : اكتب صيغة الألكان المكون من 3 ذرات كربون

الحل ...

سؤال : اكتب صيغة الألكان المكون من ذرتي كربون

الحل ...



الميثان

سؤال : هل يوجد ألكان مكوّن من ذرة كربون واحدة ؟

الحل ... نعم يوجد حيث $n = 1$ وصيغته CH_4 واسمه الميثان وعليه يكون هو أبسط ألكان معروف

❖ **تقسم الألكانات إلى قسمين :**

1) الألكانات المستمرة : وهي سلاسل هيدروكربونية مشبعة متصلة معاً بدون تفرّعات , وتُعطى بالجدول الآتي

n	المقطع اللاتيني	الصيغة الجزيئية (C_nH_{2n+2})	الصيغة البنائية المختصرة	اسم الألكان (مقطع لاتيني + ان)
1	ميث	CH_4	CH_4 أبسط ألكان	ميثان
2	ايث	C_2H_6	CH_3CH_3	ايثان
3	بروب	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	بروبان
4	بيوت	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	بيوتان
5	بنت	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	بنتان
6	هكس	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	هكسان
7	هبت	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	هبتان
8	اوكت	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	اوكتان

2) الألكانات المتفرعة : وهي سلاسل هيدروكربونية مشبعة متصلة معاً بوجود تفرّعات , وعند تسمية الألكانات المتفرعة تسمى هذه التفرعات على وزن (ألكيل) ويرمز لها بالرمز (R –) .

مجموعة الألكيل (R) هي ألكان منزوع ذرة هيدروجين
وتأخذ الصيغة العامة : C_nH_{2n+1}

$CH_4 \xrightarrow{\text{نزع H}} CH_3-$ (ميثان ← ميثل)

$CH_3CH_3 \xrightarrow{\text{نزع H}} CH_3CH_2-$ (ايثان ← ايثل)

سؤال : في أحد المركبات العضوية ، إذا علمت أن R فيه هي مجموعة (هكسل) فأجب عن الآتي .
1- كم عدد ذرّات الكربون فيها ؟ 2- كم عدد ذرّات الهيدروجين فيها ؟

سؤال : مجموعة ألكيل R ، مجموع جميع الذرّات فيها يساوي 10 ، فما اسم هذه المجموعة ؟
الحل ...

أمثلة على ألكانات متفرّعة :

(1 CH_3CHCH_3 (CH_3 على الكربون 2) — ميثل بروبان

(2 $CH_3CHCHCH_3$ (CH_3 على الكربون 2 و CH_3 على الكربون 3) — 3,2- ثنائي ميثل بيوتان

(3 $CH_3CH_2CHCH_2CH_2CH_3$ (CH_3 على الكربون 3) — 3- ميثل هكسان

(4 $CH_3CCH_2CHCH_3$ (CH_3 على الكربون 2 و CH_3 على الكربون 2) — 4,2,2- ثلاثي ميثل بنتان

(5 $CH_3CH_2CHCH_2CHCH_3$ (C_2H_5 على الكربون 4 و CH_3 على الكربون 2) — 4- ايثل – 2 – ميثل هكسان

(6 CH_3CHCH_3 (C_3H_7 على الكربون 3) — 2- ميثل بنتان

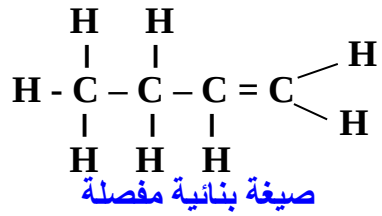
(2) الألكينات ... Alkenes C_nH_{2n}

- هي مركبات هيدروكربونية صافية غير مشبعة (تحتوي روابط ثنائية من نوع باي π).
- تأخذ الصيغة العامة C_nH_{2n} حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .
- المجموعة الوظيفية في الألكين هي: C= C ،حيث تعتبر الرابطة بينهما رابطة تساهمية ثنائية .

مثال ... اكتب صيغة الألكين المكون من 4 ذرات كربون

الحل : $n = 4$

C_4H_8 صيغة جزيئية



صيغة بنائية مفصلة

$CH_3CH_2CH = CH_2$ صيغة بنائية مختصرة

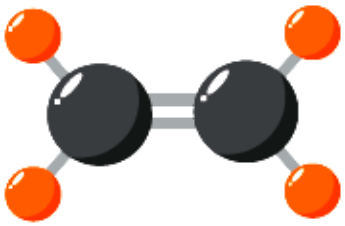
❖ تقسم الألكينات إلى قسمين :

1) الألكينات المستمرة

n	المقطع اللاتيني	الصيغة الجزيئية (C_nH_{2n})	الصيغة البنائية المختصرة	اسم الألكين (مقطع لاتيني + ين)
2	ايث	C_2H_4	$CH_2= CH_2$ أبسط ألكين	ايثين (ايثيلين)
3	بروب	C_3H_6	$CH_3CH = CH_2$	بروبين
4	بيوت	C_4H_8	$CH_3CH_2CH = CH_2$ $CH_3CH = CHCH_3$	1- بيوتين 2- بيوتين
5	بنت	C_5H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH = CH_2$ $CH_3CH_2CH = CHCH_3$	1- بنتين 2- بنتين
6	هكس	C_6H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH=CH_2$ $CH_3CH_2CH_2CH=CHCH_3$ $CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_3$	1- هكسين 2- هكسين 3- هكسين

سؤال : هل يوجد مركب 4- هكسين ؟ الجواب : لا

سؤال : هل يوجد مركب 5- أوكتين ؟ الجواب : لا



ايثين

علل .... لا يتواجد الألكين بصورة أقل من ذرتي كربون (الإيثين) ؟

السبب : لأن الألكين يتميز بوجود روابط ثنائية لا يستطيع الهيدروجين تكوينها ولذلك نحتاج ذرتي كربون على الأقل لتكوين ألكين .

علل .... الألكين أنشط كيميائيًا من الألكان ؟

السبب : لأن الألكين يتميز بوجود روابط ثنائية من نوع π وهي ضعيفة لذلك تنكسر بسهولة عند تفاعل الألكين مع غيره أما الألكان فجميع روابطه من نوع σ وهي قوية لذلك لا تنكسر بسهولة فيصعب تفاعل الألكان مع غيره .

2) الألكينات المتفرعة

$CH_3C=CHCH_3$ (1

1 2 3 4

2- ميثل -2- بيوتين

$CH_3CHCH_2C = CH_2$ (2

5 4 3 2 1

4,2- ثنائي ميثل-1- بنتين

$CH_3C = CH_2$ (3

ميثل بروبين

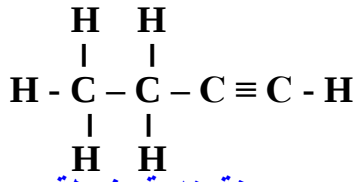
(3) الألكايْنات ... Alkines C_nH_{2n-2}

- هي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة (تحتوي روابط ثنائية من نوع باي π).
- تأخذ الصيغة العامة : C_nH_{2n-2} حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .
- المجموعة الوظيفية في الألكايْن هي: C≡C حيث تعتبر الرابطة بينهما رابطة تساهمية ثلاثية .

مثال ... اكتب صيغة الألكايْن المكون من 4 ذرات كربون

الحل : $n = 4$

C_4H_6 صيغة جزيئية



صيغة بنائية مفصلة

$CH_3CH_2C \equiv CH$ صيغة بنائية مختصرة

❖ تقسم الألكايْنات إلى قسمين :

1) الألكايْنات المستمرة

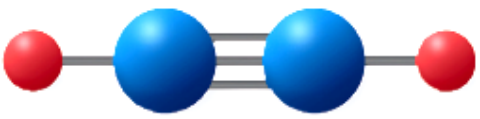
n	المقطع اللاتيني	الصيغة الجزيئية (C_nH_{2n-2})	الصيغة البنائية المختصرة	اسم الألكايْن (مقطع لاتيني + اين)
2	ايث	C_2H_2	$CH \equiv CH$ أبسط ألكايْن	ايثاين (استيلين)
3	بروب	C_3H_4	$CH_3C \equiv CH$	بروباين
4	بيوت	C_4H_6	$CH_3CH_2C \equiv CH$ $CH_3C \equiv CCH_3$	1- بيوتاين 2- بيوتاين
5	بنت	C_5H_8	$CH_3CH_2CH_2C \equiv CH$ $CH_3CH_2C \equiv CCH_3$	1- بنتاين 2- بنتاين
6	هكس	C_6H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_2C \equiv CH$ $CH_3CH_2CH_2C \equiv CCH_3$ $CH_3CH_2C \equiv CCH_2CH_3$	1- هكساين 2- هكساين 3- هكساين

سؤال : هل يوجد مركب 4- هبتاين ؟ الجواب : لا

سؤال : هل يوجد مركب 4- أوكتاين ؟ الجواب : نعم

علل .... لا يتواجد الألكاين بصورة أقل من ذرتي كربون(الايثاين) ؟

السبب : لأن الألكاين يتميز بوجود روابط ثلاثية لا يستطيع الهيدروجين تكوينها ولذلك نحتاج ذرتي كربون على الأقل لتكوين ألكاين .



ايثاين

علل .... الألكاين أنشط كيميائيًا من الألكين ؟

السبب : لأن الألكاين يتميز بوجود روابط ثلاثية فيها اثنتان من نوع π الضعيفة لذلك فإن تفاعله مع المركبات الأخرى أسرع وأنشط من الألكين الذي يمتلك رابطة واحدة من نوع π .

2) الألكايْنات المتفرعة

١) $CH_3CHC \equiv CH$ (CH₃ على ذرة 3)

4 3 2 1

3- ميثل -1- بيوتاين

٢) $CH_2C \equiv CCHCH_3$ (CH₃ على ذرة 6 و CH₃ على ذرة 3)

5 4 3 2 1

2- ميثل-3- هكسايْن

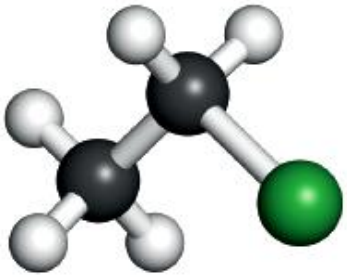
٣) $CH_3C \equiv CCH_2CHCH_2CH_3$ (CH₃ على ذرة 5)

1 2 3 4 5 6 7

5- ميثل -2- هبتايْن

(4) هاليد الألكيل ... Alkyl halides R-X

- هي مركبات عضوية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الهالوجين (X-) الفعّالة (الوظيفية) في تركيبها .
- الهالوجينات : هي عناصر المجموعة السابعة وهي (F Cl Br I) ويرمز لها بالرمز X .
- تأخذ الصيغة العامة R-X حيث R : مجموعة ألكيل X : هالوجين
- يسمى هاليد الألكيل على وزن (هالو ألكان أو هاليد الألكيل) حسب عدد ذرات الكربون بحيث تأخذ الرقم 1 ذرة الكربون الأقرب إلى ذرة الهالوجين .



بروموايثان

أمثلة :

1- CH_3Cl كلورو ميثان أو كلوريد الميثل أبسط هاليد ألكيل

2- CH_3CH_2Br بروميو ايثـان أو بروميد الإيثل

3- $CH_3\underset{\displaystyle F}{\underset{|}{C}}HCH_3$ 2- فلورو بروبان

هاليدات الألكيل تُصنّف إلى

هاليد ألكيل أولي (1°)
وينتج عند ارتباط الهالوجين X مع CH_3 أو CH_2

مثل : CH_3Br ، CH_3CH_2I

هاليد ألكيل ثانوي (2°)
وينتج عند ارتباط الهالوجين X مع CH

مثل : $CH_3\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$

هاليد ألكيل ثالثي (3°)
وينتج عند ارتباط الهالوجين X مع C

مثل : $CH_3\underset{\displaystyle F}{\underset{|}{C}}(CH_3)CH_3$
2-فلورو ميثيل بروبان

ويمكن تحديد التصنيف حسب الجدول الآتي :

نوع هاليد الألكيل	هاليد ألكيل أولي 1°	هاليد ألكيل ثانوي 2°	هاليد ألكيل ثالثي 3°
الصيغة العامة	$R-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}-X$	$R'-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}-X$	$R'-\underset{\displaystyle R''}{\underset{|}{C}}-X$

ملحوظة هامة جدًا ...

هاليدات الألكيل التي تحتوي على مجموعة هالوجين X واحدة فقط هي التي تصنّف إلى أولي وثانوي وثالثي

أما الهاليدات التي تحتوي على أكثر من X (أكثر من ذرّة هالوجين) فإنها لا تُصنّفْ .

(5) الكحول ... Alkohol R-OH

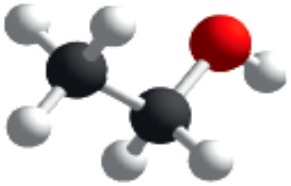
- هي مركبات عضوية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الهيدروكسيل (-OH) الفعّالة (الوظيفية) في تركيبها .
- تأخذ الصيغة العامة R-OH حيث R : مجموعة ألكيل OH : هيدروكسيل
- تسمى الكحولات على وزن (ألكانول) حسب عدد ذرات الكربون بحيث تأخذ الرقم 1 ذرة الكربون الأقرب إلى مجموعة الهيدروكسيل .

أمثلة :

1- CH_3OH ميثانول (أبسط كحول)

2- CH_3CH_2OH ايثانول

3- $CH_3CH(OH)CH_3$ 2- بروبانول



ايثانول

الكحولات تُصنّف إلى

كحول أولي (1°)
ينتج عند ارتباط الهالوجين OH مع CH_3 أو CH_2
مثل :
CH_3OH
CH_3CH_2OH

كحول ثانوي (2°)
ينتج عند ارتباط الهالوجين OH مع CH
مثل:
$CH_3CH(OH)CH_3$

كحول ثالثي (3°)
ينتج عند ارتباط الهالوجين OH مع C
مثل:
$CH_3C(OH)(CH_3)CH_3$
ميثيل-2-بروبانول

ويمكن تحديد التصنيف حسب الجدول الآتي :

نوع الكحول	كحول أولي 1°	كحول ثانوي 2°	كحول ثالثي 3°
الصيغة العامة	$R-C(H)(H)-OH$	$R'-C(R)(H)-OH$	$R''-C(R)(R')-OH$

(6) الإيثر ... Ether R-O-R

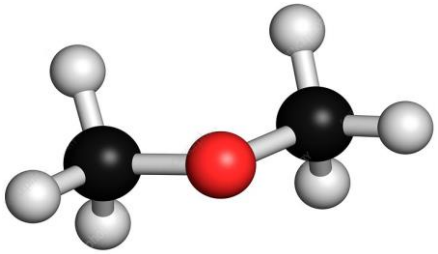
- هي مركبات عضوية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الأكسجين (-O-) الفعّالة (الوظيفية) في تركيبها .
- تأخذ الصيغة العامة R-O-R حيث R : مجموعة ألكيل O : أكسجين
- تسمى الإيثرات على وزن (ألكيل ألكيل إيثر) حسب عدد ذرات الكربون بحيث يسمى كل طرف لوحده مع مراعاة تشابه أو اختلاف مجموعتي R والترتيب الأبجدي .

- أمثلة :

1- CH_3OCH_3 ثنائي ميثل إيثر (أبسط إيثر)

2- $CH_3CH_2OCH_3$ ايثل ميثل إيثر .

3- $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ ثنائي إيثل إيثر .

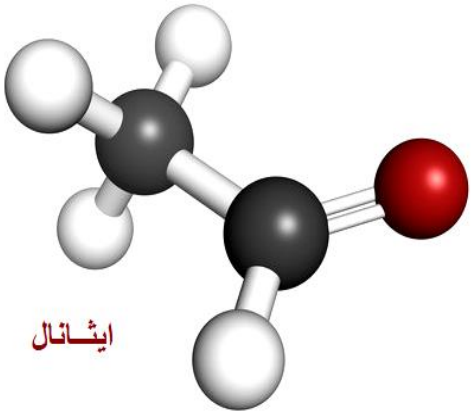


(7) الألديهيد ... Aldehyde

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ أو (RCHO)

- هي مركبات عضوية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكاربونيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) الفعّالة (الوظيفية) .
- تسمى الألديهيدات على وزن (ألكانال) بحيث تأخذ الرقم 1 ذرة الكربون في مجموعة الكاربونيل دائماً .
- نستطيع استبدال مجموعة الألكيل R بـ H للحصول على أبسط ألديهيد .

أمثلة :



1- $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ أو (HCHO) ميثانال
وله اسم شائع هو (فورمالديهيد) أبسط ألدهيد

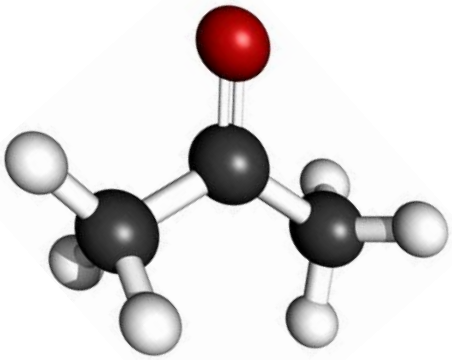
2- $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ أو (CH_3CHO) ايثانال
وله اسم شائع هو (أسيتالديهيد)

3- $CH_3CH_2CH(CH_3)-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ 2- ميثل بيوتانال

(8) الكيتون ... Ketone

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R$ أو (RCOR)

- هي مركبات عضوية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكاربونيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) الفعّالة (الوظيفية) .
- تسمى الكيتونات على وزن (ألكانون) بحيث تأخذ الرقم 1 ذرة الكربون الأقرب إلى مجموعة الكاربونيل دائماً .



أمثلة :

1- $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ أو CH_3COCH_3 بروبانون أبسط كيتون
وله اسم شائع هو (أسيتون)

2- $CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ أو $CH_3CH_2COCH_3$ بيوتانون

3- $CH_3CH(CH_3)CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ 4- ميثل -2- بنتانون

(9) الحمض الكربوكسيلي ... Carboxylic Acids

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ أو (RCOOH)

- هي مركبات عضوية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكاربوكسيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$) الفعّالة (الوظيفية) .
- الأحماض الكربوكسيلية تعتبر أحماضاً ضعيفة ((أحماض عضوية ضعيفة)) .
- تسمى الأحماض الكربوكسيلية على وزن (حمض ألكانويك) بحيث تأخذ الرقم 1 ذرة الكربون في مجموعة الكاربونيل .
- نستطيع استبدال مجموعة الألكيل R بـ H للحصول على أبسط حمض كربوكسيلي .

أمثلة :

1- $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ أو (HCOOH) حمض الميثانويك أو حمض الفورميك
وله اسم شائع هو (حمض النمل) أبسط حمض كربوكسيلي

2- $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ أو (CH_3COOH) حمض الايثانويك أو حمض الأستيك
وله اسم شائع هو (حمض الخل)

3- $CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ أو ($CH_3CH_2CH_2COOH$) حمض بيوتانويك

(10) الإستر ... Ester $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR`$ أو ( RCOOR`)

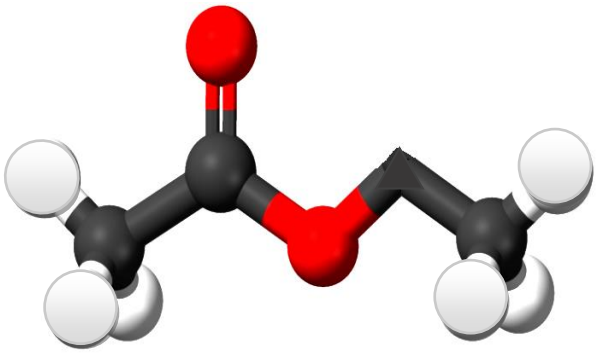
- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الإستر ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O$) الفعّالة (الوظيفية) .
- ينتج الإستر عادةً من تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي بوسط حمضي .
- تسمى الإسترات على وزن (ألكانوات ألكيل) أو (ألكيل ألكانوات)
- يمكن استبدال R بـ H للحصول على أبسط الإسترات

- أمثلة :-

1- $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$ ميثانوات الميثل (أبسط استر)

2- $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$ ايثانوات الميثل

3- $CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$ بروبانوات الايثل



ميثل ايثانوات

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR$

ألكانوات (الشقّ القادم من حمض كربوكسيلي)

ألكيل (الشِق القادم من كحول)

سؤال : حدد الشق الآتي من حمض كربوكسيلي والشق الآتي من كحول في الاستر الآتي

الحل ...

$CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$

شق قادم من حمض كربوكسيلي | شق قادم من كحول

(11) مركب غرينارد ... Grignard reagent R-MgX

- هو مركب عضوي مشبع يحتوي على مجموعة هاليد المغنيسيوم (-MgX) الفعّالة(الوظيفية) .
- يأخذ الصيغة العامة R-MgX حيث R : مجموعة الألكيل Mg: مغنيسيوم X: هالوجين
- مركب غرينارد يُستخدم بشكل أساسي لهدفين :
  - أ) لإنتاج الكحولات بأصنافها .
  - ب) لزياد المحتوى الكربوني (عدد ذرات الكربون) في المركب الناتج .
- يُحضّرمركب غرينارد عن طريق تفاعل هاليد ألكيل R-X مع مغنيسيوم Mg بوجود الإيثرEt الجاف كعامل مساعد .

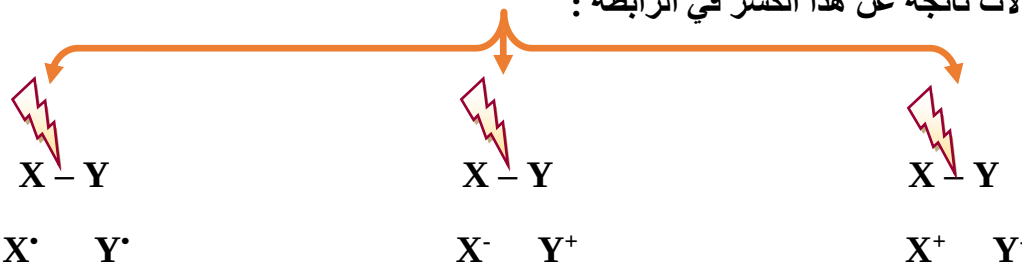
$CH_3Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3MgCl$ ميثل كلوريد المغنيسيوم

$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{Et} CH_3CH_2MgBr$ ايثل بروميد المغنيسيوم

$C_3H_7Cl + Mg \xrightarrow{Et} C_3H_7MgCl$ بروبيل كلوريد المغنيسيوم

- $R-MgX$ هذه الرابطة تعتبر تساهمية قطبية لذلك يُكتب مركب غرينارد عادًة $\overset{\delta-}{R}-\overset{\delta+}{Mg}X$ وذلك لأن كهروسالبية Mg أقل من ذرّة الكربون في مجموعة الألكيل R

- المركبات العضوية كغيرها من المركبات قد تكوّن أيونات موجبة وأيونات سالبة أثناء تفاعلها معًا وغالبًا ما يكون ناتج تفاعلها مع بعضها مركبات متعادلة .
- كلما كان عدد مجموعات الألكيل R في المركب العضوي أكثر يزداد استقرار المركب العضوي .
- الروابط بين الذرات والمواد كانت عضوية أو غير عضوية هي عبارة عن الكترونات لذلك عند كسر هذه الروابط فهناك ثلاثة احتمالات ناتجة عن هذا الكسر في الرابطة :



X^+ : أيون موجب/لديه فلك فارغ/ ويسمى الإلكتروفيل Electrophile إذا كان هو البادىء بالتفاعل مع المركب العضوي والإلكتروفيل عبارة عن مادة مُحبّة للإلكترونات والسبب أن لديها فلك فارغ .

من أمثلتها : 1- الأيونات الموجبة $H^+/Br^+/\ldots$ 2- MgX في مركب غرينارد

X^- : أيون سالب / لديه e غير رابطة / ويسمى النيوكليوفيل Nucleophile إذا كان هو البادىء بالتفاعل مع المركب العضوي ، ومن أشهر النيوكليوفيلات 1- الأيونات السالبة مثل $Br^-/CN^-/OH^-$/الألكوكسيد RO^- .

2- الرابطة الثنائية (π) في الألكين والالكايْن 3- مجموعة الألكيل R في مركب غرينارد .

$X^•$: جذر حرّ Free Radical / لا يعتبر أيون / هو ذرّة أو مجموعة ذريّة تمتلك إلكترونًا منفردًا لذلك يعتبر من أنشط المواد كيميائيًا على الإطلاق وقادر على التفاعل في أصعب الأحوال .

- المركبات العضوية تصبح على شكل أيونات عندما تخسر روابط أو ذرّات من تركيبها وعادة ما ينتج عن ذلك مركبات عضوية أيونية تسمى الأيونات الكربونية منها ما يكون موجبًا ولها تصنيفات أولي وثانوي وثالثي ، انظر الجدول المجاور

الصيغة البنائية	نوع الأيون الكربوني
	الأيون الكربوني الأولي
	الأيون الكربوني الثانوي
	الأيون الكربوني الثالثي

ويمكن ترتيبها حسب استقرارها :

الأيون الكربوني الثالثي > الأيون الكربوني الثانوي > الأيون الكربوني الأولي .

ومنها ما يكون سالبًا مثل أيون الألكوكسيد RO^- الذي ينتج من تفاعل الكحول مع فلز نشط مثل الصوديوم Na ،مثال : $CH_3OH \xrightarrow{Na} CH_3O^- + \frac{1}{2} H_2$

ميثانول — ميثوكسيد

- عند تفاعل المركبات العضوية مع غيرها فإنها تسعى دائماً لتكوين الشكل الأكثر استقرارًا كناتج نهائي ، أي أنه في التفاعلات العضوية لو كان هناك أكثر من احتمال لشكل المركب الناتج فإن الخيار الأفضل دائمًا هو الشكل الأكثر استقرارًا .

- تحضير المركب العضوي يعني انتاجه وقد يحدث هذا الأمر مع معظم المركبات العضوية بطريقتين هما :

التحضير المخبري

يحدث داخل المختبر بعمليات بسيطة واستخدام مواد متوافرة عادة وتتم العملية بخطوة أو خطوتين أو مجموعة من الخطوات في ظروف مخبرية .

التحضير الصناعي

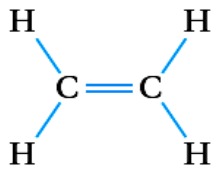
يحدث في المصانع الكبيرة تتم عادة بخطوة أو أكثر تحت ظروف خاصة مثل حرارة عالية جدًا أو ضغط أو تبريد أو استخدام العوامل المساعدة .

المركبات العضوية من حيث تماثل أشكالها البنائية نوعان :

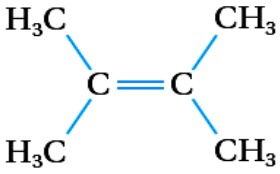
متماثل Symmetrical

يكون المركب العضوي متماثلًا عندما ترتبط ذرّة الكربون في المجموعة الفعالة مع ذرّة أو مجموعة ذريّة متماثلة على طرفيها .

مثل :



إيثين

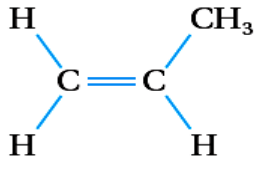


2 ، 3– ثنائي ميثيل –2– بيوتين

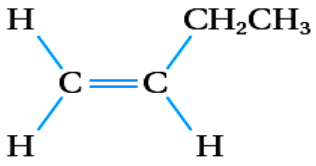
غير متماثل Unsymmetrical

يكون المركب العضوي غير متماثلًا عندما ترتبط ذرّة الكربون في المجموعة الفعالة مع ذرّة أو مجموعة ذريّة غير متماثلة على طرفيها .

مثل :



بروبين



1– بيوتين

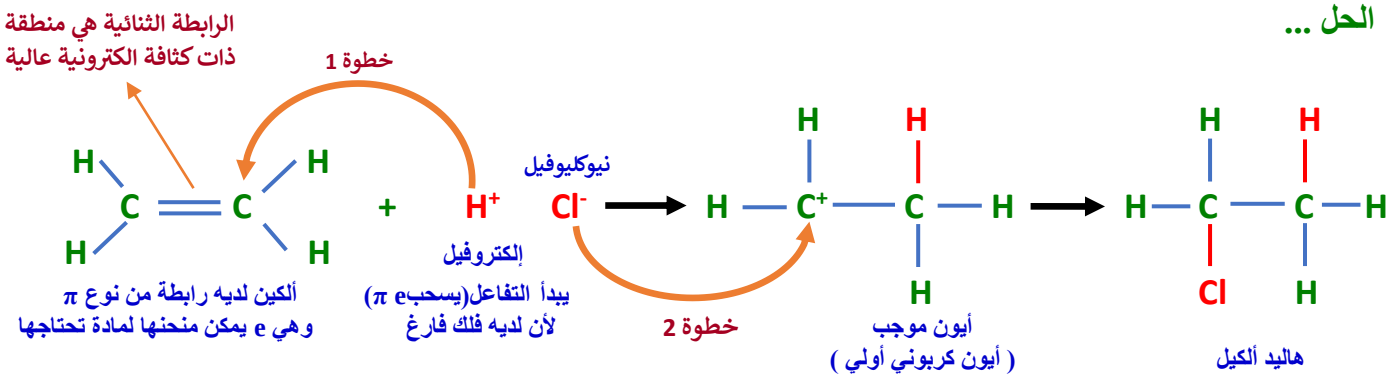
تحديد التماثل أو عدمه في المركبات العضوية مهم جدًا لأن بعض التفاعلات العضوية يعتمد شكل الناتج فيها وتصنيفه على وجود تماثل أو عدم وجوده

آليّة حدوث التفاعلات العضوية Mechanism of reaction

هي الخطوات الفعليّة التي يمر بها التفاعل للوصول للنواتج ،وتتضمن معرفة أي المواد (عناصر/ أيونات / جذور حرّة) يبدأ بالتفاعل مع الآخر ومعرفة عدد ونوع الروابط التي يتم تكسيرها أو تكوينها ، وبالتالي يُعطى التفاعل اسم وصفة حسب هذه الآلية .

مثال : عند تفاعل حمض HCl مع الايثين $CH_2=CH_2$ ، ماهو الناتج وما هي آلية (Mechanism) حدوث التفاعل ؟

الحل ...

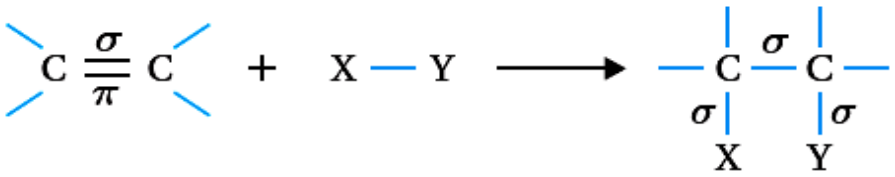


مما سبق فإن الآلية هي : بدأ أيون الهيدروجين H^+ بمهاجمة الألكين ليسحب منه الإلكترونات وأفضل خيار هنا رابطة π لأنها ضعيفة فيتم كسرها وتكوين رابطة جديدة من نوع σ وهنا يتكوّن أيون كربوني أوّلي قليل الاستقرار لذلك يسعى للاستقرار عن طريق الارتباط بأيون الكلوريد Cl^- مما يعني انتاج هاليد ألكيل أولي في النهاية ، الخلاصة : حدثت إضافة لحمض HCl على الإيثين مقابل كسر رابطة باي π لذلك فإن هذا التفاعل في النهاية يسمى تفاعل إضافة ولأن الذي بدأ بالتفاعل هو الإلكتروفيل H^+ فإن هذا التفاعل يسمى:تفاعل إضافة إلكتروفيلية وهذا ما نقصده عندما نقول آليّة التفاعل أو Mechanism .

الوصف النهائي لما حدث: إضافة HCl / كسر رابطة من نوع باي / تكوين رابطتان من نوع سيجما / تحوّل الألكين إلى هاليد ألكيل .

(1) تفاعلات الإضافة، Addition Reaction

- الإضافة هو تفاعل بين جزيئين يحتوي أحدهما على رابطة ثنائية او ثلاثية (غير مشبعة) لإنتاج جزيء واحد مشبع.
- سنركّز هنا على ((الألكينات والألكايْنات والألديهيد والكيتون)) وجميعها غير مشبعة فيها روابط باي π .
- علل... تحدث تفاعلات الإضافة في المركبات التي تحتوي على روابط من نوع باي π ؟
السبب : لأن عملية الإضافة تحتاج فقط كسر في روابط π الضعيفة، لذلك تفاعلات الإضافة تحدث فيها .
- في الإضافة ، كل رابطة بايπ يتم كسرها يتم تكوين رابطتان من نوع سيجما σ مكانها في المركب الناتج .
- الصيغة العامّة للإضافة :



- لتفاعلات الإضافة حالات عدّة يُمكن تلخيصها في الجدول الآتي :

الرقم	المادة المُضافة	المركبات التي تتفاعل بالإضافة	العامل المُساعد	الناتج
1	2HX, HX	ألكينات / ألكايْنات	لا يوجد / لا يوجد	هاليد ألكيل
2	$2X_2$, X_2	ألكينات / ألكايْنات	لا يوجد / لا يوجد	هاليد ألكيل
3	H_2O	ألكينات	H_3PO_4،H_2SO_4	كحول
4	H_2	ألكينات / ألديهيد / كيتون	Pt ، Ni	ألكان / كحول1° / كحول 2°
5	$2H_2$	ألكايْنات	Pt ، Ni	ألكان
6	R-MgX	أبسط ألديهيد/ ألديهيد آخر/ كيتون	HX	كحول1° / كحول 2° / كحول 3°

ملاحظات على الإضافة :

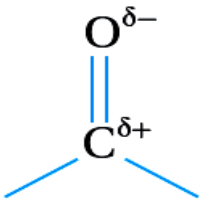
1- إضافة H_2 على الألكين أو الألكايْن تحديدًا يُسمّى تفاعل الهدرجة Hydrogenation .

2- عند إضافة X_2 إلى ألكين أو ألكايْن عادةً يتم عند درجة حرارة الغرفة ولا نحتاج عامل مساعد ولكن في حالة إضافة Br_2 فقط فإنه يجب أن يكون مذابًا في ثنائي كلوروميثان CH_2Cl_2 .

3- الإيثين $CH_2=CH_2$ تحديدًا يتفاعل مع بخار الماء ، تحت ضغط وحرارة مناسبين (في الحالة 3) .

4- يتم ضخ غاز الإيثين $CH_2=CH_2$ في محلول ماء البروم Br_2/CH_2Cl_2 (في الحالة 2) .

5- تتفاعل الألديهايدات والكيتونات بالإضافة لأنها تمتلك رابطة ثنائية قطبية في مجموعة الكاربونيل



مجموعة الكربونيل القطبية.

6- أي إضافة على الألديهيد أو الكيتون تعتبر إضافة نيوكليوفيلية وباقي حالات الإضافة تعتبر إضافة إلكتروفيليّة .

7- قاعدة ماركوفينكوف Markovnikov's Rule

عند إضافة مركب غير متماثل مثل HX و H_2O إلى ألكين غير متماثل فإن H^+ تذهب إلى ذرّة كربون الرابطة الثنائية الأكثر ارتبـاطاً بالهيدروجين أمّا X^- , OH^- تذهب إلى ذرة كربون الرابطة الثنائيـة الأقل ارتباطاً بالهيدروجين وذلك لمراعاة حالة الأكثر استقراراً .

مثال : في تفاعل HBr مع البروبين $CH_3CH=CH_2$ ،فإن الاحتمالات المتوقعة لإجراء التفاعل والنواتج هي :

1) $CH_3CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3CH_2CH_2Br$ (1 – بروموبروبان)

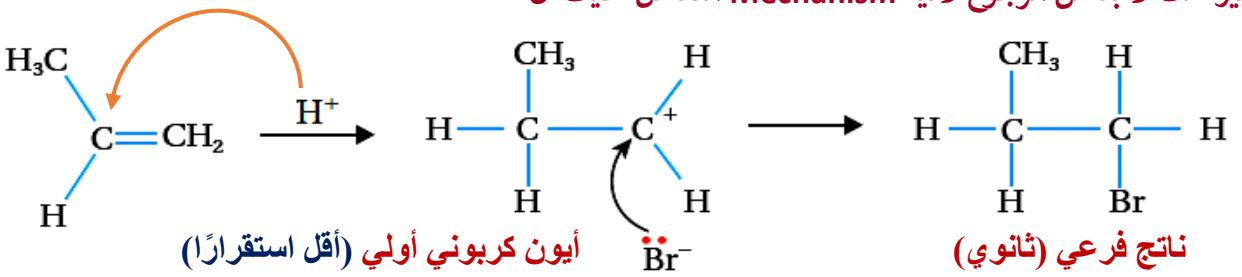
هاليد ألكيل أولي / نتج بنسبة قليلة جدًا عند إجراء التجربة لذلك يعتبر ناتج ثانوي للتفاعل . 1°

or

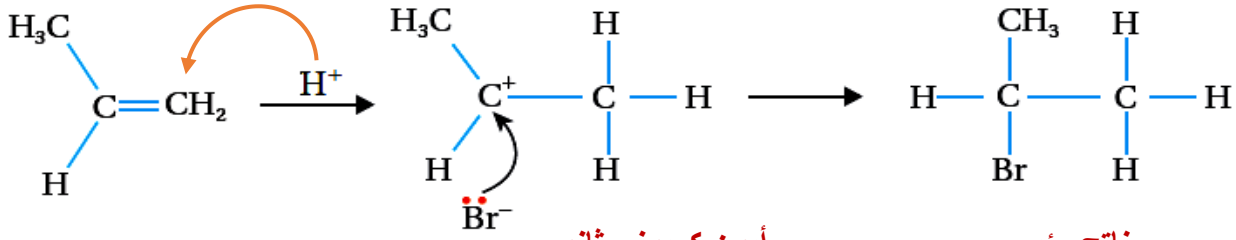
2) $CH_3CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3CH(Br)CH_3$ (2 – بروموبروبان)

هاليد ألكيل ثانوي / نتج بنسبة عالية جدًا عند إجراء التجربة لذلك يعتبر ناتج رئيسي للتفاعل . 2°

ولتفسير ذلك لا بدّ من الرجوع لآلية Mechanism التفاعل حيث أن :



أيون كربوني أولي (أقل استقرارًا) — ناتج فرعي (ثانوي)

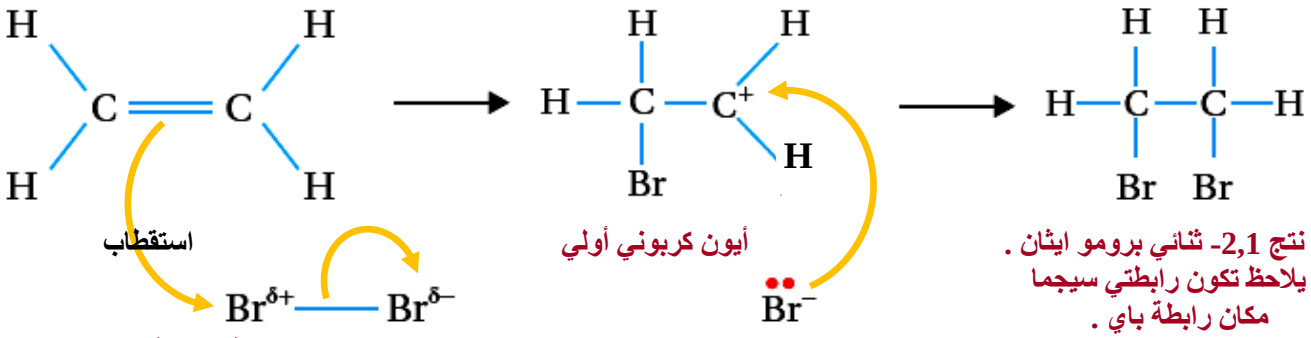


أيون كربوني ثانوي (أكثر استقرارًا) — ناتج رئيس

سؤال : ما هو الناتج الفرعي والناتج الرئيس عندما يتفاعل الماء H_2O مع البروبين $CH_3CH=CH_2$ ؟ وضح ذلك ؟

سؤال : وضح بمثال آلية Mechanism حدوث كل من التفاعلات الآتية ؟

1- إضافة Br_2 إلى الإيثين $CH_2=CH_2$ لتكوين 2,1- ثنائي برومو ايثان



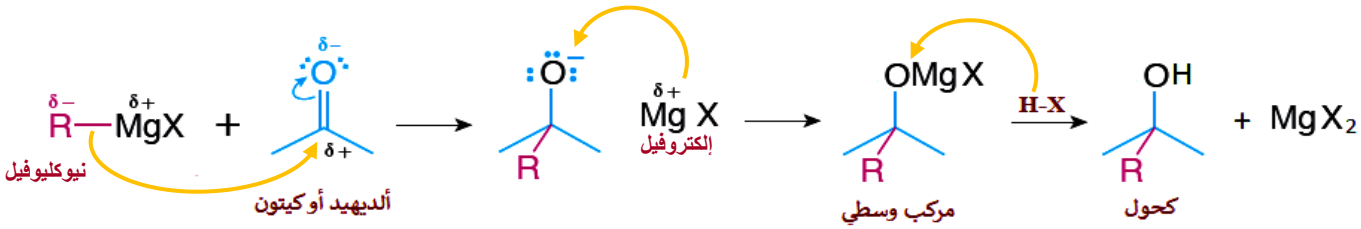
- نتج 2,1- ثنائي برومو ايثان .
- يلاحظ تكون رابطتي سيجما مكان رابطة باي .

أيون كربوني أولي

عند اقتراب Br_2 من الرابطة الثنائية
يحدث له استقطاب (يتكوّن عليه شحنات جزيئية $+\delta$ ، $-\delta$)
فيبدأ الإلكتروفيل $Br^{\delta+}$ بمهاجمة الإيثين وسحب e الرابطة الثنائية π

- نوع الإضافة : إضافة إلكتروفيليّة

2- إضافة مركب غرينارد R-MgX إلى مركبات الكاربونيل (الألديهيد/الكيتون) ؟



عند اقتراب مركب غرينارد من الرابطة الثنائية يبدأ النيوكليوفيل R بمهاجمتها من جهة الكربون ، فتتكون شحنة سالبة على الأكسجين مما يجعل الإلكتروفيل MgX بالارتباط معها مكونًا مركب غرينارد الوسطي Intermediate Compound وهو مركب غير مستقر لذلك عند إضافة كمية معيّنة من حمض HX تحل ذرّة الهيدروجين فيه محل MgX في المركب الوسطي مكونة بذلك الكحول وملح MgX_2 .

- نوع الإضافة : إضافة نيوكليوفيليّة لأن الذي بدأ التفاعل هو النيوكليوفيل R

3- إضافة ميثل كلوريد المغنيسيوم CH_3MgCl إلى أبسط ألديهيد (الميثانال) ؟

سؤال : اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي

1- عند إضافة الماء H_2O إلى ألكين بوجود H_3PO_4 كعامل مساعد ، فإن إحدى العبارات الآتية غير صحيحة

أ) نوع الإضافة إلكتروفيلية
ب) يتم كسر رابطة باي وتكوين رابطتي سيجما مكانها
ج) نوع الإضافة نيوكليوفيلية
د) الناتج قد يكون كحول أولي أو ثانوي أو ثالثي .

2- عند إضافة كمية و افرة من الهيدروجين ($2H_2$) إلى ألكاين ، فإن إحدى العبارات الآتية غير صحيحة

أ) نوع الإضافة الكتروفيلية
ب) يتم كسر رابطتي باي وتكوين 4 روابط سيجما مكانها
ج) يستخدم HX كعامل مساعد
د) يتم استقطاب جزيء H_2 ليصبح $H^{\delta-}$ـ $H^{\delta+}$

3-إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بإضافة البروم Br_2 إلى الإيثين $CH_2=CH_2$

أ) نوع الإضافة الكتروفيلية
ب) يتم كسر رابطة باي وتكوين رابطتي سيجما مكانها
ج) يستخدم CH_2Cl_2 كعامل مساعد
د) التفاعل يحتاج ضغط وحرارة مناسبين

1) $CH_2 = CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3CH_2Cl$

2) $CH_3CH = CH_2 \xrightarrow{HBr} CH_3\overset{\overset{Br}{|}}{C}HCH_3$

3) $CH \equiv CH \xrightarrow{2HI} CH_3\overset{\overset{I}{|}}{C}H\text{-}I$

4) $CH_2 = CH_2 \xrightarrow{Cl_2} \overset{\overset{Cl}{|}}{CH_2} - \overset{\overset{Cl}{|}}{CH_2}$

5) $CH_2 = CH_2 \xrightarrow[CH_2Cl_2]{Br_2} \overset{\overset{Br}{|}}{CH_2} - \overset{\overset{Br}{|}}{CH_2}$

غاز الإيثين

6) $CH \equiv CH \xrightarrow{2\,Cl_2} \overset{\overset{Cl}{|}}{CH} - \overset{\overset{Cl}{|}}{CH}$ (Cl, Cl)

لا يصنّف

7) $CH \equiv CH \xrightarrow[CH_2Cl_2]{2\,Br_2} \overset{\overset{Br}{|}}{CH} - \overset{\overset{Br}{|}}{CH}$ (Br, Br)

لا يصنّف

8) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3CH_2OH$

9) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$

10) $CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

11) $CH_3\overset{\overset{O}{||}}{C}\text{-}H \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3CH_2OH$

12) $CH_3\overset{\overset{O}{||}}{C}\text{-}CH_3 \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$

13) $CH \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

14) $H\text{-}\overset{\overset{O}{||}}{C}\text{-}H + CH_3MgCl \longrightarrow H\text{-}\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}\text{-}H \xrightarrow{HCl} CH_3CH_2OH$

مركب وسطي

كحول 1°

15) $CH_3\overset{\overset{O}{||}}{C}\text{-}H + CH_3MgCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}\text{-}H \xrightarrow{HCl} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$

مركب وسطي

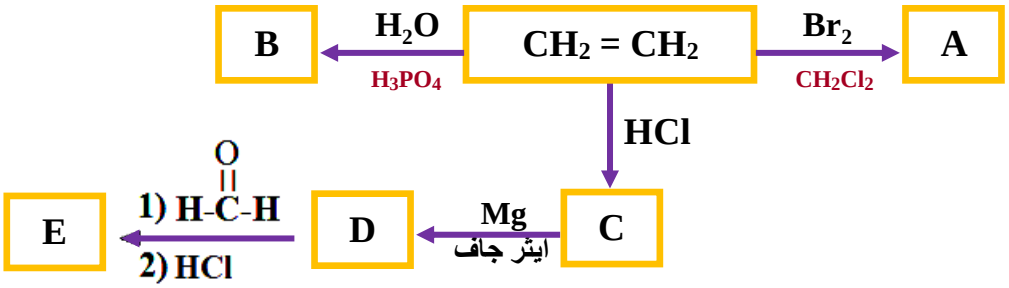
كحول 2°

16) $CH_3\overset{\overset{O}{||}}{C}\text{-}CH_3 + CH_3MgCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}\text{-}CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}\text{-}CH_3$

مركب وسطي

كحول 3°

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات الممثلة بالرموز A B C D E



الحل ...

A : ..... B : ..... C: .....

D: ..... E : .....

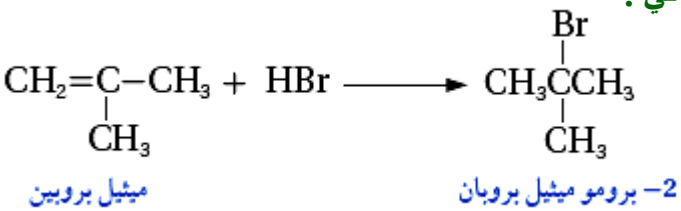
سؤال : اكتب معادلة كيميائية تبيّن كيفية تحضير الإيثان CH_3CH_3 من الإيثين $CH_2=CH_2$

الحل ... يمكن إجراء التحضير بخطوة واحدة كالآتي :

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2Cl$$

سؤال : اكتب معادلة كيميائية تبيّن كيفية تحضير 2-بروموميثيل بروبان من ميثيل بروبين .

الحل ... يمكن إجراء التحضير بخطوة واحدة كالآتي :



سؤال : مستخدماً ايثين $CH_2 = CH_2$ وفورمالدهيد HCHO حضّر 1- بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$

الحل ... نحتاج أكثر من خطوة للتحضير

1) $CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$

2) $CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{Et جاف}} CH_3CH_2MgCl$

3) $CH_3CH_2MgCl + HCHO \xrightarrow{HCl} CH_3CH_2CH_2OH$

---

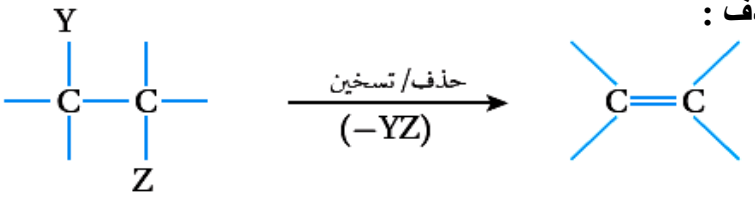
(2) تفاعلات الحذف، Elemination Reaction

- الحذف هو تفاعل يحدث فيه نزع جزيء HX من هاليد ألكيل أو H_2O من كحول لإنتاج ألكين .
- سنركّز هنا على ((هاليد الألكيل ، الكحولات)) .
- آلية إجراء الحذف :

أ) في الكحول : تتم بنزع OH من ذرة كربون ونزع H من ذرة الكربون المجاورة المرتبطة بعدد أكبر من R .

ب) في هاليد الألكيل : تتم بنزع X من ذرة كربون ونزع H من ذرة كربون مجاورة لها .

- الصيغة العامّة للحذف :



- يتم تكوين رابطة من نوع باي π بين ذرتي الكربون المحذوف منهما ، لذلك فالحذف هي عملية يتم فيها تحويل مركب مشبع إلى مركب غير مشبع .
- لتفاعلات الحذف حالتين رئيسيتين يُمكن تلخيصهما بالجدول الآتي :

الرقم	المادة المَحذوفة	المركب الذي تُحذَف منه	العامل المُساعد	الناتج
1	H_2O	الكحول 1° 2° 3°	H_2SO_4 مركز / Δ أو H_3PO_4 مركز / Δ	ألكين
2	HX	هاليد ألكيل 2° 3°	KOH كحولي مركز / Δ أو NaOH كحولي مركز / Δ	ألكين

ملاحظات على الحذف :

1- لا يمكن حذف ماء (H_2O) من الميثانول ; أبسط كحول CH_3OH لعدم توافر ذرّتي كربون متجاورتين فيه.
2- الحذف عكس الإضافة تمامًا حيث يتم كسر رابطتي سيجما σ لتكوين رابطة واحدة من نوع باي π .
3- العامل المساعد هو المادة غير العضوية المستخدمة في عملية الحذف .
4- عمليات الحذف دائمًا تحتاج حرارة ويرمز لها بالرمز Δ
5- KOH كحولي : يعني قاعدة KOH مذابة في الإيثانول CH_3CH_2OH وكذلك بالنسبة لـ NaOH .

أمثلة :-

1) $CH_3OH \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_2SO_4}$ لا يمكن

2) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_2 = CH_2$

3) $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3CH = CH_2$

4) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$

5) $CH_3\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي KOH}} CH_3CH = CH_2$

6) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي KOH}} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$

والآن ماذا لو كان هاليد الألكيل أو الكحول يحتوي على أكثر من 3 ذرّات كربون ؟ من أين تتم عمليّة النزع فيه ؟
ذكرنا في الملاحظات أن ذرة H يتم نزعها من ذرة الكربون المجاورة المرتبطة بالعدد الأكبر من مجموعات R .
أنظر الآتي :

مثال : لاحظ عملية الحذف في الامثلة الآتية .

1) $CH_3\overset{4}{C}H_2-\underset{Br}{\overset{H}{\overset{|}{\overset{3}{C}}}}-\overset{2}{C}-\overset{1}{C}H_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي KOH}} CH_3CH=\overset{H}{\overset{|}{C}}CH_3 + KBr + H_2O$

2) $CH_3\overset{4}{C}H_2-\underset{Br}{\overset{CH_3}{\overset{|}{\overset{3}{C}}}}-\overset{2}{C}-\overset{1}{C}H_3 + \text{كحولي } NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3CH=\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_3 + NaBr + H_2O$

3) $CH_3\overset{4}{C}H_2-\underset{OH}{\overset{H}{\overset{|}{\overset{3}{C}}}}-\overset{2}{C}-\overset{1}{C}H_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_3PO_4} CH_3CH=\overset{H}{\overset{|}{C}}CH_3 + H_2O$

4) $CH_3\overset{4}{C}H_2-\underset{OH}{\overset{CH_3}{\overset{|}{\overset{3}{C}}}}-\overset{2}{C}-\overset{1}{C}H_3 + \text{مركز } H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} CH_3CH=\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_3 + H_2O$

نلاحظ أنه تم نزع H في المركبات جميعها من ذرة الكربون رقم 3 لأنها مرتبطة بالعدد الأكبر من مجموعات الألكيل R

وهذا يمثل حالة الأكثر ثباتًا بالنسبة للألكين الناتج .

سؤال : أكتب معادلة تفاعل تسخين 2– كلوروبنتان $CH_3\overset{Cl}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_2CH_3$ مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي.

الحل ...

سؤال : أكتب معادلة تفاعل تسخين المركب 2– هكسانول $CH_3CH_2CH_2CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$ مع حمض H_2SO_4 المركز.

الحل ...

سؤال : اكتب معادلات كيميائية تبيّن كيفية تحضير الإيثين $CH_2=CH_2$ إذا توافر لديك في المختبر ايثانال CH_3CHO و H_2 ، H_3PO_4 ، Ni ، لهب (مصدر حرارة) .

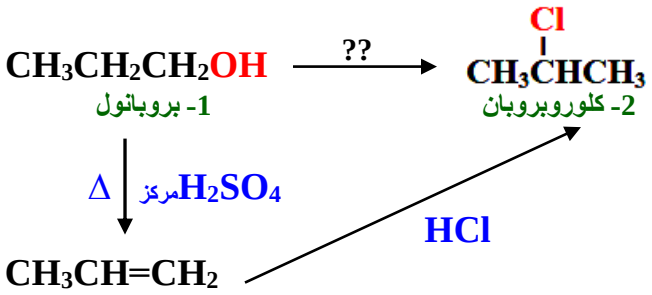
الحل ...

سؤال : اكتب معادلات كيميائية تبيّن كيفية تحضير الإيثان CH_3CH_3 إذا توافر لديك في المختبر ايثانال CH_3CHO و H_2 ، H_3PO_4 ، Ni ، لهب .

الحل ...

سؤال : صمم مخطّطًا يبين كيفية تحضير 2- كلوروبروبان باستخدام 1- بروبانول ومصدر حرارة و HCl و H_2SO_4.

الحل ... نحتاج خطوتين للتحضير



سؤال : مستخدماً 1- بروبانول وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2- بروبانول .

الحل ...

سؤال : مستخدماً 2- بروموبروبان وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر بروبان .

الحل ...

سؤال : مستخدماً بروبانون وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر بروبان .

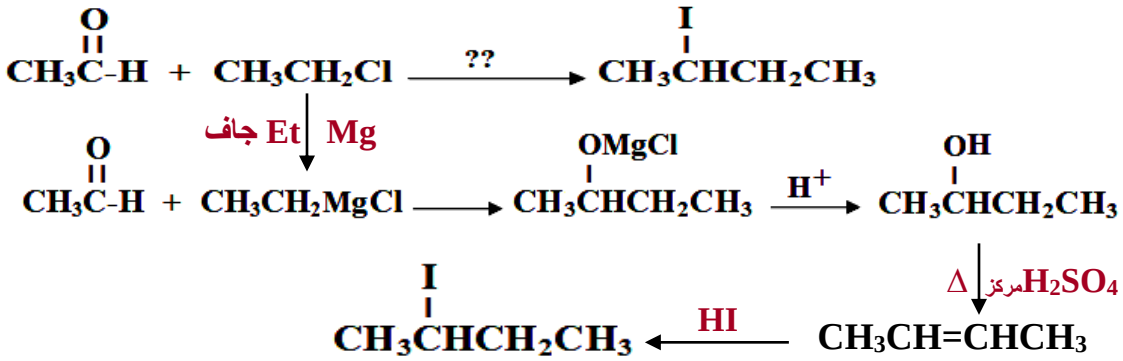
الحل ...

سؤال : مستخدماً بروبانون وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2,1– ثنائي بروموبروبان .

الحل ...

سؤال : مستخدماً ايثانال و كلورايثان وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2- أيودوبيوتان .

الحل ...



سؤال : مبتدئاً بفورمالدهيدHCHO و أسيتالدهيدCH3CHO ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2- بروبانول CH3CHOHCH3.

الحل ...

سؤال : مبتدئاً بـ أسيتالدهيد CH3CHO و كلوريد الميثل CH3Cl ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2,1- ثنائي كلورو بروبان

الحل ...

(3) تفاعلات الاستبدال، Substitution Reaction

- وهي تفاعلات يتم فيها احلال ذرّة أو مجموعة ذريّة مكان ذرّة أو مجموعة ذريّة أخرى في المركب العضوي .
- سنركّز هنا على ((الألكانات ، هاليدات الألكيل ، الكحولات ، الحموض الكربوكسيلية)) .
- في الاستبدال ، يتم كسر رابطة من نوع سيجما σ وتكوين رابطة جديدة أيضًا من نوع سيجما σ مكانها في المركب الناتج لذلك هنا لا تغيير على عدد ونوع الروابط التي تدخل في التفاعل قبل وبعد التفاعل .

الرقم	المادة البديلة	المُستَبْدل	المركب الذي يحدث عليه الاستبدال	العامل المُساعد	الناتج
1	X	H	ألكان	X_2 / ضوء أو Δ	هاليد ألكيل 1°
2	X	OH	الكحول 1° 2° 3°	HX مركّز	هاليد ألكيل 1° 2° 3°
3	OH	X	هاليد ألكيل 1°	KOH أو NaOH	كحول 1°
4	RO	X	هاليد ألكيل 1°	RO^-	ايثر
5	RO	OH	حمض كربوكسيلي	ROH / Δ / H^+	استر
6	Na	H	حمض كربوكسيلي	Na أو $NaHCO_3$ أو Na_2CO_3	ملح عضوي

ملاحظات على الاستبدال :

1-الاستبدال في الألكانات لإنتاج هاليد ألكيل يسمى تفاعل (الهلجنة) , وقد يحدث استبدال لذرة H واحدة أو أكثر وهذا يعتمد على كمية الهالوجين X_2 في التفاعل، وهنا سنقتصر على دراسة الاستبدال الأحادي والمتعلق بالكلور Cl_2 والبروم Br_2 فقط ، وسيتم استثناء اليود I_2 لأنه لا يتفاعل مع الألكانات أبداً وكذلك الفلور F_2 لأنه شديد النشاط ولا يمكن ضبطه إلا تحت ظروف خاصّة => ترتيب الهالوجينات حسب نشاطها عند التفاعل مع الألكان $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

2- RO^- : يُسمى أيون الألكوكسيد ويتم إنتاجه عن طريق تفاعل كحول R-OH مع قطعة صوديوم Na كالآتي :

الصيغة العامة

$$R\text{-}OH + Na \longrightarrow R\text{-}ONa + \tfrac{1}{2}H_2\uparrow$$

مركب أيوني يتفكك إلى

RO^- (أيون الألكوكسيد)/نيوكليوفيل Nu $\qquad Na^+$

مثـــال

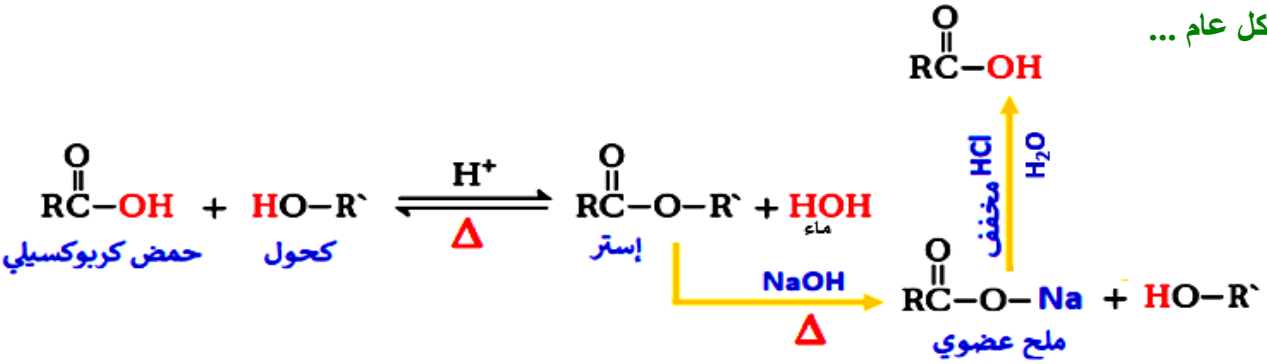
$$CH_3OH \xrightarrow{Na} CH_3ONa + \tfrac{1}{2}H_2\uparrow$$

لإنتاج أيون الألكوكسيد من الكحول يمكن استخدام أي فلز نشط غير Na مثل K

3- في الحالة رقم 3 القاعدة القوية المستخدمة يجب أن تكون مُذابة في خليط من الماء والإيثانول بنسبة 1:1

4- يُسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي وحرارة تفاعل (الأسترة Esterification ,
ويمكن تفكيك الإستر الناتج بوجود قاعدة قوية مثل NaOH وحرارة (Δ) حيث ينتج عن ذلك كحول وملح عضوي (ملح الحمض الكربوكسيلي) وعندها يُسمى تفاعل (التصبّن Saponification) أو (التحلل المائي للإستر)
حيث يشبه التفاعل الذي يستخدم في صناعة الصابون ويمكن إعادة الحمض الكربوكسيلي الأصلي بإضافة كمية من حمض HCl المخفف إلى الملح العضوي.

بشكل عام ...



نلاحظ أن تفاعل الأسترة يُنْتِج إستر وماء H_2O وهذا التفاعل يُفضّل جهة اليسار لذلك مخبريًا يتم سحب الماء HOH من التفاعل للتخفيف من أثر النواتج وجعل الاتزان يرجح نحو اليمين وبذلك نضمن إنتاج الإستر حتى نهاية التفاعل .

سؤال : حدد الكحول والحمض الكربوكسيلي الذي تكون منهما كل من الإسترات الآتية

1) $CH_3CH_2C(=O)-OCH(CH_3)_2$

2) $CH_3CH_2C(=O)-OC(CH_3)_2-CH_3$

الحل ...

سؤال : أكمل المعادلات الآتية:

- $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons}$
- $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta}$ ..... + ...

  ..... ← (مخفف H_2O , HCl)

سؤال مصدرذرّة الهيدروجين H في جزيء الماء الناتج عن تفاعل الاسترة الذي أنتج الإستر $CH_3CH_2OOCCH_3$ هو :

أ) CH_3OH ب) CH_3CH_2OH ج) $CH_3CHOHCH_3$ د) CH_3COOH

سؤال : مصدر مجموعة الهيدروكسيل OH في جزيء الماء الناتج عن تفاعل الاسترة الذي أنتج الإستر $CH_3COOCH(CH_3)_2$ هو :

أ) CH_3OH ب) CH_3CH_2OH ج) $CH_3CHOHCH_3$ د) CH_3COOH

أمثلة :

1) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$

2) $CH_3CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Br$

3) $CH_3OH \xrightarrow[\text{مركز}]{HCl} CH_3Cl$

4) $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\text{مركز}]{HBr} CH_3\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$

5) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}CH_3 \xrightarrow[\text{مركز}]{HCl} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}}}CH_3$

6) $CH_3CH_2I \xrightarrow{KOH} CH_3CH_2OH$

7) $CH_3CH_2Br \xrightarrow{CH_3O^-} CH_3CH_2OCH_3$

8) $CH_3Cl + CH_3\overset{\displaystyle O^-}{\overset{|}{C}}HCH_3 \longrightarrow CH_3O\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$

9) $H\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}OH + CH_3OH \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} H\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}OCH_3$ تفاعل أسترة

10) $CH_3\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}OCH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{NaOH} CH_3\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}ONa + CH_3OH$ تفاعل تصبّن

ايثانوات الصوديوم (ملح عضوي) (ملح الحمض الكربوكسيلي)

11) $H\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}OH + CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} H\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}O\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$ تفاعل أسترة

استر متفرع

12) $CH_3CH_2\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}O\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{NaOH} CH_3CH_2\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}ONa + CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$ تفاعل تصبّن

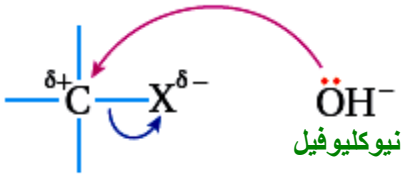
استر متفرع

13) $CH_3CH_2COOH \xrightarrow{Na_2CO_3}$ / $\xrightarrow{Na}$ / $\xrightarrow{NaHCO_3}$

سؤال : اكتب معادلة تفكك إيثيل بروبانوات $CH_3CH_2\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}OCH_2CH_3$ بالتسخين مع محلول NaOH.

سؤال : وضح آلية Mechanism حدوث عملية الاستبدال في هاليدات الألكيل الأولية ؟

الصيغة العامة هي: $R - X + Nu:^- \longrightarrow R\text{-}Nu + X^-$

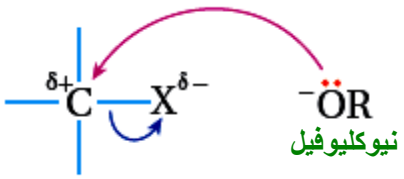


هاليد ألكيل أولي

$R - X + OH^- \longrightarrow R\text{-}OH + X^-$

كحول

- نوع الاستبدال : استبدال نيوكليوفيلي



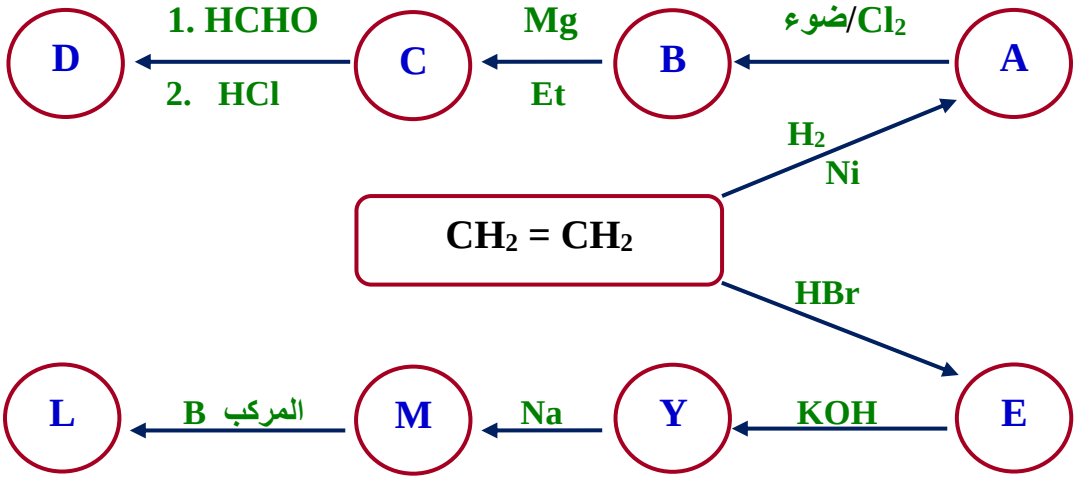
هاليد ألكيل أولي

$R - X + {}^-OR \longrightarrow R\text{-}OR + X^-$

ايثر

- نوع الاستبدال : استبدال نيوكليوفيلي

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات العضوية الممثلة بالرموز المبيّنة .



الحل :

A : ..... B : ..... C: ..... D: .....

E : ..... Y : ..... M: ..... L: .....

سؤال : ما الصيغة البنائيّة للمركّب العضوي الذي يمثّله الرمز A في كل من التفاعلات الآتية ؟

الحل :

1) $A + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$ A : .....

2) $A + KOH \xrightarrow[\text{كحولي مركز}]{\Delta} CH_3CH{=}CH_2 + HCl$ A : .....

3) $A + NaHCO_3 \longrightarrow HCOONa + CO_2 + H_2O$ A : .....

4) $A + HCHO \xrightarrow{HBr} CH_3CH_2CH_2OH + MgBr_2$ A : .....

سؤال : أكتب معادلات كيميائية تُبيّن تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH، إذا توافر لديك في المختبر الإيثان CH_3CH_3، والكلور Cl_2، والضوء، ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.

الحل ... يمكن إجراء عملية التحضير بخطوتين

$$CH_3CH_3 \xrightarrow{\text{ضوء}/Cl_2} CH_3CH_2Cl$$
$$CH_3CH_2Cl \xrightarrow{KOH} CH_3CH_2OH$$

سؤال : مستخدماً ميثانول CH_3OH فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ثنائي ميثل ايثر CH_3OCH_3

الحل ... يمكن إجراء عملية التحضير بخطوتين

$$CH_3OH \xrightarrow{Na} CH_3O^-Na^+$$
$$\downarrow \text{مركّز } HCl$$
$$CH_3Cl + CH_3O^-Na^+ \longrightarrow CH_3OCH_3$$

سؤال : مستخدماً ايثان CH_3CH_3 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ثنائي ايثل ايثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

الحل ...

سؤال : مستخدماً 2- بروبانول فقط ، وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ثنائي بروبيل ايثر $C_3H_7OC_3H_7$

الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد وأسيتالدهيد وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ايثل ميثل ايثر $CH_3CH_2OCH_3$

الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ثنائي ايثل ايثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

الحل ...

سؤال : أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير الإيثر $CH_3CH_2-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$، إذا توافر في المختبر 1 – كلورو بروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$، والإيثين $CH_2=CH_2$، والمواد الآتية: $NaOH\ ,\ HCl\ ,\ Na,\ H_3PO_4,\ H_2O$

الحل ...

سؤال : مستخدماً ميثان CH_4 وحمض الخل CH_3COOH وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر ميثل ايثانوات CH_3COOCH_3

الحل ...

سؤال : مستخدماً أسيتالدهيد CH_3CHO فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر بيوتان $CH_3CH_2CH_2CH_3$

الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد $HCHO$ فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر بروبان $CH_3CH_2CH_3$

الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد $HCHO$ وبروبين $CH_3CH=CH_2$ وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر 2,1- ثنائي برومو بيوتان $CH_3CH_2CHBrCH_2Br$.

الحل ...

(4) تفاعلات التأكسد والاختزال، Redox Reactions for Organic Compounds

- تأكسد المركّب العضوي يحتمل أ) زيادة محتوى الأكسجين (O) ب) نقصان محتوى الهيدروجين (H_2) .
اختزال المركّب العضوي يحتمل أ) نقصان محتوى الأكسجين (O) ب) زيادة محتوى الهيدروجين (H_2) .
- سنركز هنا على ((الكحولات ، الالديهيدات ، الكيتونات ، الحموض الكربوكسيلية)) .

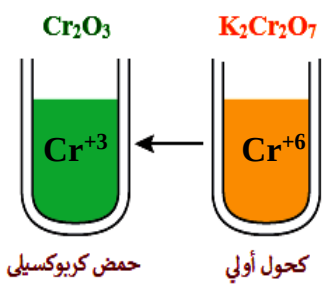
الرقم	التغيّر	الحالة	المركب الذي يحدث عليه التغيّر	العامل المُساعد	الناتج
1	نزع H_2	تأكسد	كحول 1°	CH_2Cl_2 /PCC	ألديهيد
2	زيادة O	تأكسد	ألديهيد	$H^+/K_2Cr_2O_7$ أو $H^+/ Na_2Cr_2O_7$	حمض كربوكسيلي
3	نزع H_2	تأكسد	كحول 2°	CH_2Cl_2 /PCC أو $H^+/ K_2Cr_2O_7$	كيتون
4	زيادة H_2	اختزال	ألديهيد	$LiAlH_4$ ، H_3O^+ /Et أو $NaBH_4$ ، ايثانول/ H_3O^+	كحول 1°
5	زيادة H_2	اختزال	كيتون	$LiAlH_4$ ، H_3O^+ /Et أو $NaBH_4$ ، ايثانول/ H_3O^+	كحول 2°
6	نزع O ثم زيادة H_2	اختزال	حمض كربوكسيلي	$LiAlH_4$ ، H_3O^+ /Et	يتكون ألديهيد ثم يصبح كحول 1°
7	زيادة H_2	اختزال	ألديهيد	Ni / H_2	كحول 1°
8	زيادة H_2	اختزال	ألكين , ألكاين	Ni / $2H_2$, H_2	ألكان
9	زيادة H_2	اختزال	كيتون	Ni / H_2	كحول 2°

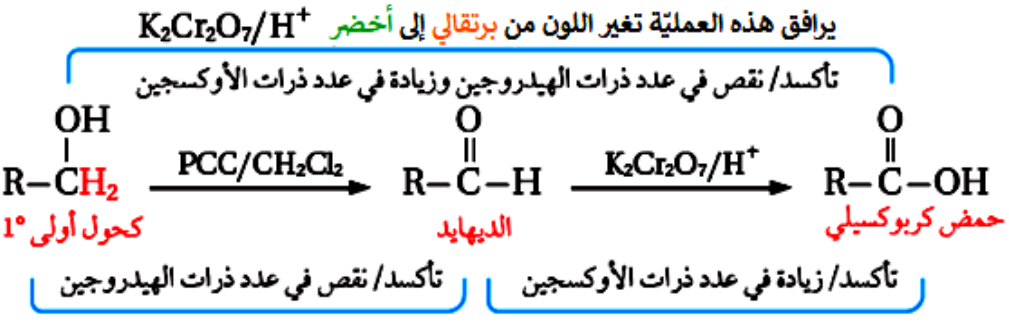
ملاحظات على التأكسد والاختزال :

1- نزع ذرتي H عند الأكسدة يتم كالآتي , نزع H واحدة من OH والأخرى من نفس ذرة الكربون التي تحمل OH .

2- PCC : عامل مؤكسد ضعيف وهو اختصار للاسم العلمي ((كلورو كرومات البيريدينيوم)) .

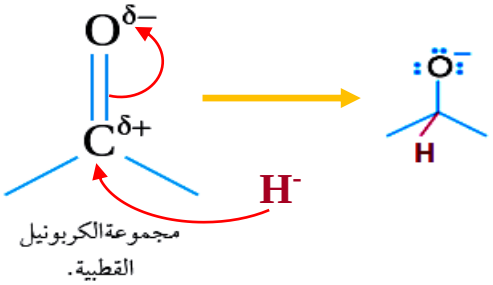
3- يعتبر PCC عامل مؤكسد ضعيف ودايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ عامل مؤكسد قوي , لذلك لو تم إضافة $K_2Cr_2O_7$ إلى الكحول الأولي فإنه سيُحوّلُه إلى حمض كربوكسيلي مباشرة والمخطط الآتي يلخّص ذلك :





4- $LiAlH_4$: هيدريد الليثيوم والألومنيوم / عامل مؤكسد قوي جدًا / يعتبر مصدر لأيونات H^- / شديد التفاعل مع الماء لذلك يُذاب في الايثر الجاف للتخفيف من حدة التفاعل .

$NaBH_4$: بورو هيدريد الصوديوم / عامل مؤكسد قوي / يعتبر مصدر لأيونات H^-



آلية تفاعلهما مع الألديهيد أو الكيتون :-

يبدأ الأيون H^- بالتفاعل مع $C^{+\delta}$ في مجموعة الكاربونيل وينتج عن ذلك

ثم يضاف للناتج كمية من حمض قوي مثل H_2SO_4 (مصدر H^+)

فتقوم أيونات H^+ بالارتباط مع الأكسجين لانتاج الكحول في النهاية .

5- الكيتون والكحول الثالثي مركبات لا تتأكسد والأسباب هي :

أ) الكيتون : كيميائياً ليس من السهل أكسدته بنفس ظروف الألديهيد .

ب) الكحول الثالثي : لا يمتلك H عند ذرة الكربون التي تحمل OH .

أمثلة...

1) $CH_3OH \xrightarrow[CH_2CL_2]{PCC} CH_2O$ ($H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$)

أبسط كحول — أبسط ألدهيد

2) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[CH_2CL_2]{PCC} CH_3CHO$ ($CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$)

3) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

4) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

5) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

6) $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[CH_2CL_2]{PCC} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

7) $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

8) $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}(CH_3)CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7}$ لا يحدث تفاعل

9) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3CH_2OH$

10) $CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

11) $CH\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

12) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$

13) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow{PCC}$ لا يحدث تفاعل

14) $CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/\text{إيثانول}} CH_3CH_2-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3$

بيوتانون — 2- بيوتانول

15) $CH_3CH_2CH(CH_3)\overset{O}{\overset{\|}{C}}H \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2OH$

2- ميثيل بيوتانال — 2- ميثيل 1- بيوتانول

16) $CH_3C(=O)-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} CH_3CH_2OH$

سؤال : أكمل المعادلات الآتية:

1- $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/\text{إيثانول}}$

2- $CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_2CH_3 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et}$

3- $CH_3CH_2CH_2CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et}$

سؤال : صمم مخططاً لسلسلة التفاعلات المستخدمة في تحضير الايثانال CH_3CHO من الإيثين $CH_2=CH_2$

الحل ...

$$CH_2=CH_2 \xrightarrow[H_2SO_4]{H_2O} CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC\backslash CH_2Cl_2} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H$$

سؤال : صمم مخططاً لسلسلة التفاعلات المستخدمة في تحضير 2,1-ثنائي برومو ايثان CH_2BrCH_2Br من الإيثايْن $CH\equiv CH$

سؤال : مركب عضوي A صيغته الجزيئية $C_4H_{10}O$ وعند أكسدته باستخدام CH_2Cl_2/PCC نتج المركب العضوي B والذي صيغته الجزيئية C_4H_8O ولا يتفاعل مع دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي ، ما الصيغة البنائية لكل من A و B ؟

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A يتكون من ذرتي كربون عند تسخينه مع NaOH تفكك إلى المركبين B و C وعند أكسدة المركب B باستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي نتج المركب D وهو أبسط حمض كربوكسيلي .
ما الصيغة البنائية لكل من A B C D ؟

الحل ...

سؤال : مستخدماً الإيثان CH_3CH_3 فقط وأية مواد غير عضوية حضر حمض بيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$

الحل ...

$$CH_3CH_3 \xrightarrow{??} CH_3CH_2CH_2C(=O)-OH$$

$$CH_3CH_3 \xrightarrow{\text{ضوء } Cl_2} CH_3CH_2Cl \xrightarrow{Mg} CH_3CH_2MgCl$$

$$CH_3CH_2Cl \xrightarrow{OH^-} CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC} CH_3C(=O)-H$$

$$CH_3C(=O)-H + CH_3CH_2MgCl \xrightarrow{H^+} CH_3CH(OH)CH_2CH_3$$

$$CH_3CH(OH)CH_2CH_3 \xrightarrow[\text{مركز}]{\Delta,\ H_2SO_4} CH_2=CHCH_2CH_3 \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[\text{ضوء}]{Cl_2} CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl \xrightarrow{OH^-} CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3CH_2CH_2C(=O)-OH$$

سؤال : مبتدئاً من بروبيل ايثانوات $CH_3COOCH_2CH_2CH_3$, ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضّر

1) بروبان $CH_3CH_2CH_3$
2) 2- كلورو بروبان $CH_3CHClCH_3$
3) حمض الإيثانويك CH_3COOH

الحل ...

سؤال : مبتدئاً من الميثان CH_4 والبروبان $CH_3CH_2CH_3$, ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضّر

1) حمض بيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$.
2) ميثل بروبانوات $CH_3CH_2CH_2COOCH_3$.
3) 2- ميثل – 2- بروبانول $(CH_3)_3C\text{-}OH$.

الحل ...

سؤال : مستخدماً الايثان CH_3CH_3 والبروبان $CH_3CH_2CH_3$ وما يلزم من مواد غير عضوية حضّر

1) $CH_3C(=O)\text{-}OCH(CH_3)_2$

2) $CH_3CH_2\text{-}OCH(CH_3)_2$

سؤال : استخدم ما يلزم من مواد غيرعضوية مناسبة لتبين بالمعادلات كيفية تحضير برومو ايثان CH_3CH_2Br من المركبات الآتية بخطوة واحدة فقط لكل منها :

1) ايثين $CH_2=CH_2$ 2) ايثان CH_3CH_3 3) ايثانول CH_3CH_2OH

الحل ...

سؤال : مستخدمًا 2- بيوتانول $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_2CH_3$ وما يلزم من مواد غير عضوية حضر

1) 2- بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$ 2) 2- بروموبيوتان $CH_3CHBrCH_2CH_3$

3) بيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$

سؤال : ادرس الجدول الآتي ثم اجب عن الأسئلة التي تليه

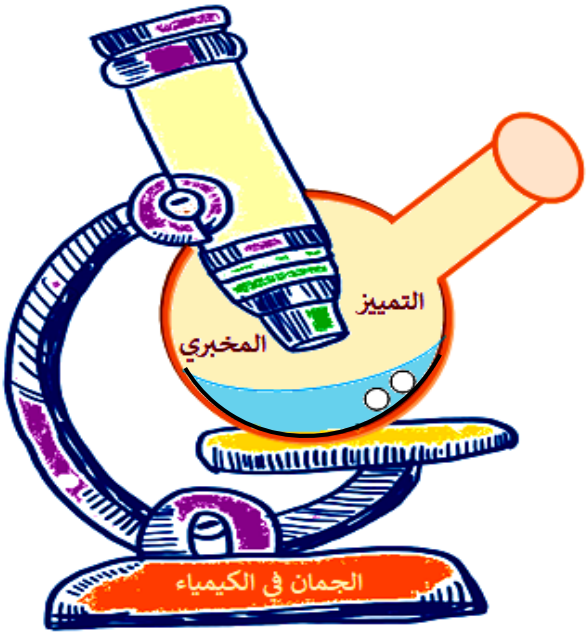
1 CH_3CH_2COOH	2 CH_3CH_2Cl	3 CH_3CH_2CHO	4 $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
5 $CH_3CH_2COCH_3$	6 $CH_3CH_2OCH_3$	7 CH_3CH_2OH	8 $CH_3CH_2CH_2OH$

حدد من الجدول الرقم الذي يُشير إلى :

1) مركب ينتج عن تفاعل المركب 2 مع CH_3O^-.
2) الناتج النهائي لأكسدة المركب 8؛ باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم الحمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$.
3) يتصبّن.
4) ينتج عن؛ إضافة مركب جرينارد مكون من ذرتي كربون لألديهايد مكون أيضا من ذرتي كربون ثم التفاعل مع حمض HCl، ثم أكسدة الناتج.
5) مركبان يتفاعلان معًا لتكوين المركب 4 في وسط حمضي.
6) مركب ينتج عن أكسدة المركب 8؛ باستخدام PCC/CH_2Cl_2.
7) مركب يُنتِج المركب 7؛ عند تفاعله مع KOH.

التمييز بين المركّبات العضوية مخبريًا

هناك طرق عملية تُستخدم داخل المختبر نستطيع من خلالها أن نميّز بين المركبات العضوية المختلفة , ومنها :



(1) التمييز بين الألكان والألكين

- يُستخدم لذلك محلول ماء البروم Br_2 ذو اللون البرتقالي المصفرّ المذاب في ثنائي كلورو ميثان CH_2Cl_2 ,حيث يتفاعل مع الألكين ويختفي اللون , ولا يتفاعل مع الألكان فيبقى اللون البرتقالي المصفرّ .

سؤال : ميز مخبرياً بين الايثان CH_3CH_3 والايثين $CH_2=CH_2$

الحل ...

$CH_3CH_3 \xrightarrow{Br_2/CH_2Cl_2}$ لا يحدث تفاعل — يبقى اللون البرتقالي المصفرّ

$CH_2=CH_2 \xrightarrow{Br_2/CH_2Cl_2} CH_2(Br)-CH_2(Br)$ — يختفي اللون البرتقالي المصفرّ

غاز الإيثين

(2) التمييز بين الألدهيد والكيتون

- هناك طريقتان للتمييز بين الألديهيد والكيتون مخبريًا

الطريقة الأولى

- باستخدام محلول يسمى محلول تولنز حيث : يتفاعل مع الألدهيد مكوّناً مرآة من الفضة ولا يتفاعل مع الكيتون

- محلول تولنز : هو محلول $[Ag(NH_3)_2]^+$ وهو خليط من نترات الفضة $AgNO_3$ مع الأمونيا NH_3 .

- يحدث التفاعل عادةً في وسط قاعدي OH^- .

- سؤال : ميّز مخبرياً بين الايثانال CH_3CHO والأسيتون CH_3COCH_3

- الحل ...

$CH_3-C(=O)-CH_3 \xrightarrow[OH^-]{Ag(NH_3)_2^+}$ لا يحدث تفاعل

$CH_3-C(=O)-H \xrightarrow[OH^-]{Ag(NH_3)_2^+} CH_3-C(=O)-O^- + Ag_{(s)}\downarrow$

مرآة فضية

- محلول تولنز يعتبر عامل مؤكسد ضعيف .

الطريقة الثانية

- باستخدام محلول يسمى محلول فهلنج حيث : يسخّن مع الألديهد مكوّنًا راسب بنّي محمرّ (أكسيد النحاس) ولا يتفاعل مع الكيتون

- محلول فهلنج :هو محلول قاعدي يحتوي على Cu^{+2} ،وعند حدوث التفاعل مع الألديهيد يختزل النحاس Cu^{+2} ليتحوّل إلى Cu^+ .

- سؤال : ميّز مخبرياً بين الايثانال CH_3CHO والأسيتون CH_3COCH_3

- الحل ...

$CH_3CHO \xrightarrow[2OH^-]{2Cu^{2+}} CH_3COO^- + Cu_2O\downarrow$

راسب بُنّي محمرّ

$CH_3COCH_3 \xrightarrow[2OH^-]{2Cu^{2+}}$ لا يحدث تفاعل

- محلول فهلنج يعتبر عامل مؤكسد ضعيف .

(3) التمييز بين الكحول وأي مركب آخر ،عدا الحمض الكربوكسيلي

- (يُستخدم لذلك فلز نشط مثل الصوديوم Na حيث يتفاعل مع الكحول مكوناً غاز الهيدروجين رمادي اللون ولا يتفاعل مع المركبات الأخرى) .
- سبب استثناء الحمض الكربوكسيلي من هذه الطريقة أنه يتأثر بالفلز النشط تمامًا مثل الكحول وبالتالي عدم القدرة على التمييز بينهما .

سؤال : ميز مخبرياً بين الايثانول CH_3CH_2OH وثنائي ميثل ايثر CH_3OCH_3

الحل ...

$$CH_3OCH_3 \xrightarrow{Na} \text{لا يحدث تفاعل}$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{Na} CH_3CH_2O^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2\uparrow$$

غاز رمادي اللون

(4) التمييز بين الحمض الكربوكسيلي وأي مركب آخر حتى الكحول

- يُستخدم لذلك أملاح قاعدية مثل كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$،وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 حيث تتفاعل هذه الأملاح مع الحمض الكربوكسيلي مكونة ملح عضوي وفقاعات من غاز CO_2 ولا تتفاعل هذه الأملاح مع المركبات الأخرى أو الكحول .

سؤال : ميز مخبرياً بين الايثانول CH_3CH_2OH وحمض الإيثانويك (الخل) CH_3COOH

الحل ...

$$CH_3COOH \xrightarrow{NaHCO_3} CH_3COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

فقاعات

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{NaHCO_3} \text{لا يحدث تفاعل}$$

فكّر : هل يمكن التمييز مخبريًا بين 1-بروبانول و 2-بروبانول .

فكّر : هل يمكن التمييز مخبريًا بين 2-بروبانول و ميثل 2-بروبانول .

سؤال : جميع الآتية تعتبر عوامل مؤكسدة أو عوامل مختزلة قويّة ما عدا

أ) $LiAlH_4$ ب) $NaBH_4$ ج) $K_2Cr_2O_7$ د) $Ag(NH_3)_2^+$

سؤال : المركب الذي يعتبر عامل مؤكسد قوي فيما يأتي هو

أ) تولنز ب) فهلنج ج) $Na_2Cr_2O_7$ د) PCC

سؤال : أحد العوامل الآتية عندما يستخدم في التمييز المخبري يُسبب تكوّن مرآة فضيّة (Ag)

أ) تولنز ب) فهلنج ج) Na_2CO_3 د) Br_2

سؤال : تظهر فقاعات ثاني أكسيد الكربون CO_2 كدليل حدوث تفاعل بين الحمض الكربوكسيلي و محلول

أ) تولنز ب) فهلنج ج) Na_2CO_3 د) Na

سؤال : إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلّق باستخدام محلول فهلنج

أ) يستخدم للتمييز مخبرياً بين الألديهيد والكيتون ب) ينتج عن استخدامه حمض كربوكسيلي

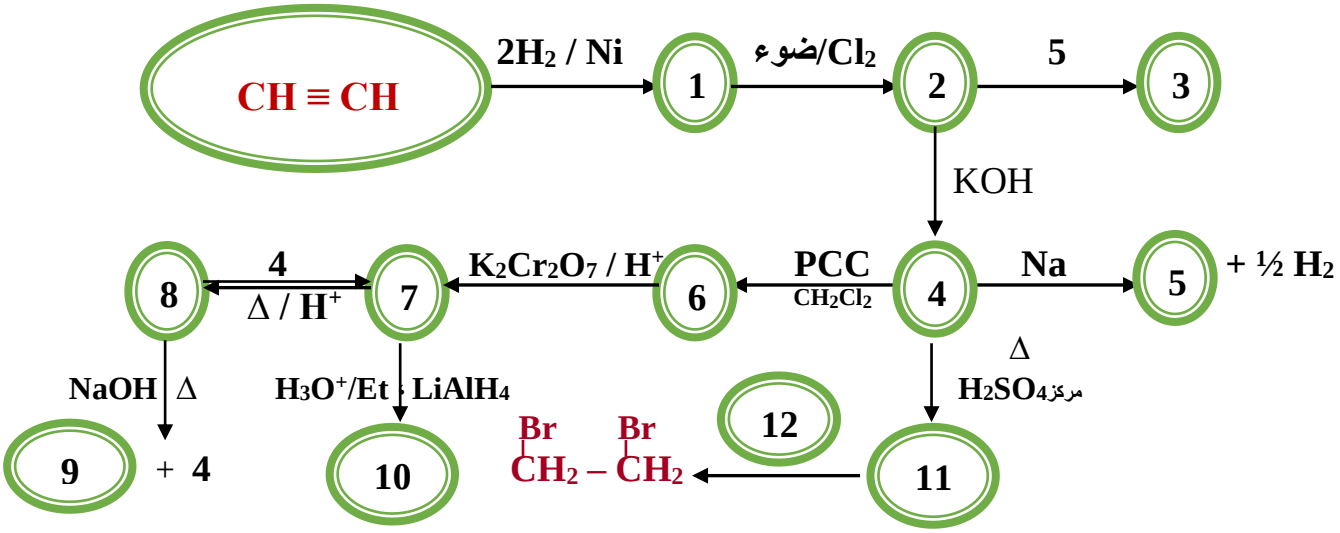
ج) يتفاعل مع الألديهيد مكونًا راسب بني محمرّ د) يتأكسد فيه Cu^+ ليصبح Cu^{+2} .

سؤال : عند ضخّ كمية من غاز الإيثين $CH_2=CH_2$ في محلول ماء البروم Br_2 المذاب في CH_2Cl_2 فإن دليل حدوث التفاعل بينهما هو

أ) تصاعد غاز الهيدروجين H_2 ب) اختفاء اللون البرتقالي المصفرّ

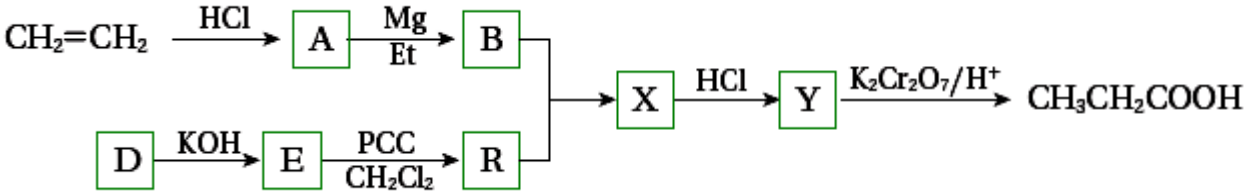
ج) يتكون راسب بني محمرّ د) يتحوّل اللون من البرتقالي إلى الأخضر .

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات العضوية المرقّمة من (1 - 12)



الحل ...

سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المُشار إليها بالرموز في المخطط الآتي

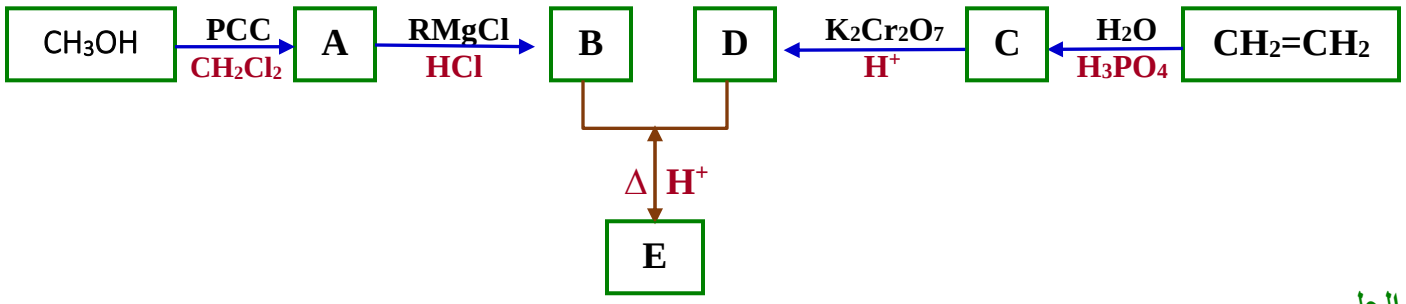


الحل ...

A:..... B..... D..... E.....

R:..... X..... Y.....

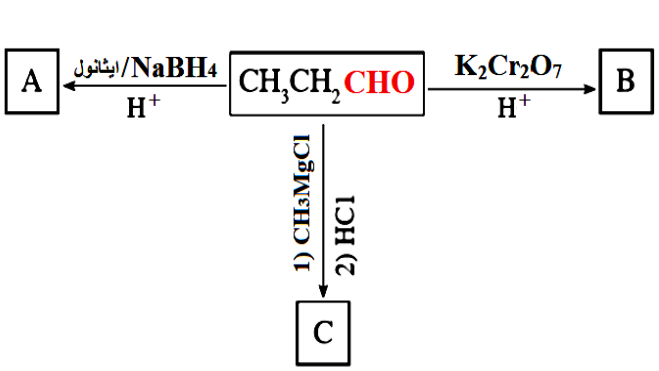
سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المُشار إليها بالرموز A B C D E في المخطط الآتي

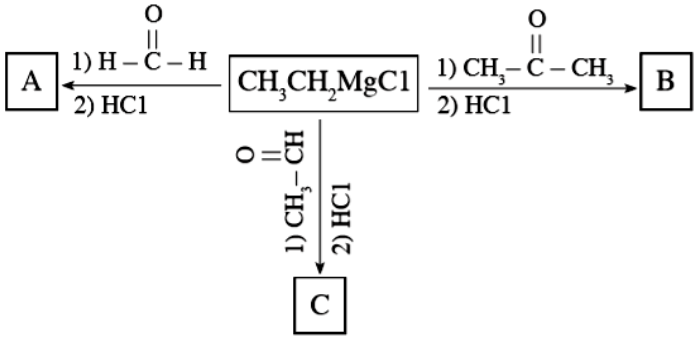


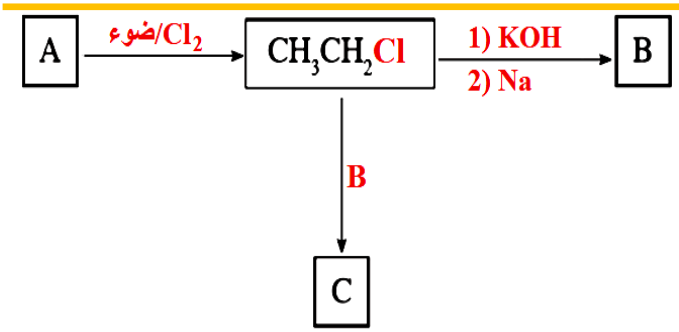
الحل ...

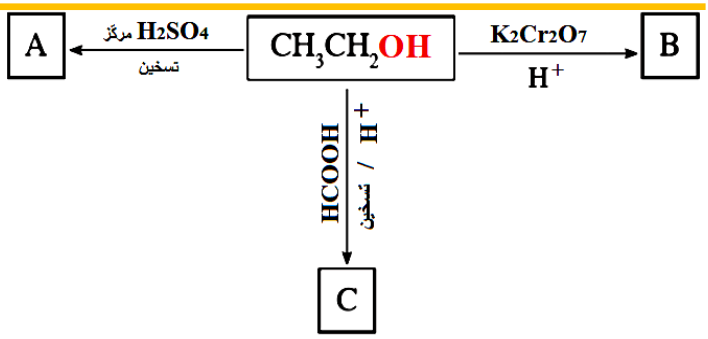
A..... B..... C..... D..... E.....

سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المُشار إليها بالرموز A B C في كل مخطط مما يأتي :









سؤال : ادرس الجدول الآتي الذي يبين بعض المركبات العضوية والمشار إليها بالأرقام من 1-12 ثم أجب عن الأسئلة

(1 $HCHO$	(2 CH_3OH	(3 CH_3CHO	(4 $CH{\equiv}CH$
(5 CH_3CH_2Br	(6 CH_3COOCH_3	(7 CH_3COOH	(8 CH_3COCH_3
(9 $CH_2{=}CH_2$	(10 $CH_3CH_2OCH_2CH_3$	(11 CH_3CH_3	(12 $CH_3CHBr\text{-}CH_3$

(أ) من الجدول اختر رقم المركب الذي :

1- يُزيل لون محلول ماء البروم البرتقالي المصفر المذاب في CH_2Cl_2
2- ينتج من تفاعل المركب رقم 9 مع HBr .
3- ينتمي لعائلة لا تتواجد بصورة أقل من 3 ذرات كربون .
4- يتفاعل بالهلجنة لإنتاج المركب رقم 5
5- ينتج عندما يتفاعل المركب رقم 3 مع $K_2Cr_2O_7$ بوسط حمضي .
6- يُحضر من تفاعل المركب رقم 5 مع $CH_3CH_2O^-$.
7- يتفاعل مع محلول فهلنج لإنتاج أبسط حمض كربوكسيلي .
8- يطبق عليه تفاعل التصبّن لانتاج ايثانوات الصوديوم CH_3COONa
9- عندما يُضاف إليه مركب غرينيارد ثم HCl ينتج كحول أولي .
10- عندما يُسخّن مع KOH كحولي ينتج ألكين غير متماثل .
11- ينتج من هدرجة المركب رقم 4 مع جزأين من H_2 بوجود Pt كعامل مساعد .
12- يُختزل مع $Et/\ LiAlH_4$ في وسط حمضي لإنتاج الإيثانول CH_3CH_2OH .

(ب) معتمداً على الجدول أجب عن الآتي :

1- ما نوع التفاعل الذي يُحول المركب رقم (1) إلى المركب رقم (2) وضّح بمعادلة .
2- كيف نميّز مخبرياً بين المركب رقم (2) والمركب رقم (3) مستعيناً بالمعادلات .
3- ما الشق الآتي من حمض كربوكسيلي في المركب رقم (6) .
4- ما عدد روابط باي (π) في المركب رقم (4) .
5- وضّح آلية Mechanism إضافة CH_3MgCl إلى المركب رقم (8) وما نوع الإضافة .
6- اختر من الجدول المركبين اللذان يتفاعلان معاً تفاعل الأسترة .
7- ما التغيّرات التي تحدث على المركب رقم 7 عندما يتفاعل مع $Et/\ LiAlH_4$ لانتاج الإيثانول .

(ج) معتمداً على الجدول أجب عن الآتي :

1- مستخدماً المركب رقم 1 والمركب رقم 3 وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر المركب رقم 8
2- مستخدماً المركب رقم 4 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر المركب رقم 10
3- مستخدماً المركب رقم 1 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر المركب رقم 5
4- مستخدماً المركب رقم 1 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضّر المركب رقم 6

سؤال : أكمل الجدول الآتي بما يناسبه فيما يتعلّق بالتمييز مخبريًا بين الألديهيد (ايثانال) والكيتون(الأسيتون)

المركب	هل يتفاعل مع تولنز	الدليل	هل يتفاعل مع فهلنج	الدليل
الإيثانال CH_3CHO				
الأسيتون CH_3COCH_3				

سؤال : أكمل الجدول الآتي بما يناسبه فيما يتعلّق بالتمييز مخبريًا بين 1- بروبانول & 2- بروبانول & حمض الخل

المركب	هل يتفاعل مع فلز الصوديوم Na	الدليل	هل يتفاعل مع $NaHCO_3$	الدليل	هل يتفاعل مع Na_2CO_3	الدليل
1- بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$						
2- بروبانول $CH_3CHOHCH_3$						
حمض الخل CH_3COOH						

سؤال : في إحدى التجارب العملية مخبريًا تم إضافة قطعة صغيرة من الصوديوم Na إلى كأس يحتوي على 1-بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$.

1) ما الذي يمكن ملاحظته ؟
2) اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثّل التفاعل الذي حدث .
3) تم إضافة 1-كلوروميثان CH_3Cl إلى الكأس ، ما ناتج التفاعل النهائي ؟ وما نوعه ؟

سؤال : الجدول الآتي يعطي معلومات عن تفاعلات لديها الصيغة A ⟶ B ، أدرسه ثم أجب عن الأسئلة

رقم التفاعل	معلومات عن A	معلومات عن B	العامل المساعد	مشاهدات (دليل حدوثه)
1	يحتوي على 3 ذرات كربون	حمض كربوكسيلي	Cu^{+2}/OH^-	راسب بنّي محمرّ
2	صيغته C_2H_6O	صيغته $C_2H_4O_2$	$K_2Cr_2O_7$	تحوّل لون المحلول من برتقالي إلى أخضر

1- في التفاعل الأوّل :

الصيغة البنائية لـ A ..... الصيغة البنائية لـ B ..... نوع التفاعل : .....

2- في التفاعل الثاني :

الصيغة البنائية لـ A ..... الصيغة البنائية لـ B ..... نوع التفاعل : .....

سؤال : ثلاثة مركبات عضوية لها الرموز الافتراضية X , Y , Z والتي يتكوّن كل منها من 3 ذرّات كربون ولديك عنها المعلومات الآتية :

* عند وضع كمية من محلول تولنز في أوعية تحتوي X , Y , Z ظهرت مرآة فضية على السطح الداخلي لوعاء Y ولم تظهر في أوعية X , Z .
* عند وضع قطعة صوديوم Na في أوعية كل من X,Z تصاعدت كمية من غاز الهيدروجين H_2 من كليهما.
* عند وضع كمية من محلول $NaHCO_3$ في أوعية كل من X,Z تصاعدت فقاعات من وعاء X ولم تتصاعد من وعاء Z .
* عند وضع كمية من $H^+ / K_2Cr_2O_7$ في وعاء يحتوي على Z تحوّل لون المحلول من البرتقالي إلى الأخضر .

اعتمادًا على المعلومات السابقة أجب عن الأسئلة :

1) ما نوع التفاعل الذي يحوّل المركب Y إلى المركب X .
2) ما المادة غير العضوية المستخدمة لتحويل المركب Z إلى المركب Y .
3) ماذا يسمى تفاعل المركب X مع المركب Z .
4) ينتج المركب $CH_3CH_2CHMgClCH_3$ من تفاعل :

أ) Y مع Mg ب) Y مع CH_3MgCl ج) Y مع CH_3CH_2MgCl د) Z مع CH_3MgCl

5) ما الصيغة البنائية للمركبات X , Y , Z .

الحل ...

سؤال : X , Y مركّبان عضويان من الكحولات لهما نفس عدد ذرات الكربون وهي 4 ذرات, X يتأكسد بدايكرومات البوتاسيوم المحمّضة بينما لا يستطيع Y ذلك ،ما الصيغة البنائية لكل من X و Y ؟

الحل ...

سؤال : إذا علمت أن المركب العضوي A هو مركب ناتج من تفاعل Mg/Et مع هاليد ألكيل أولي والمركب العضوي B يستطيع أن يتفاعل مع محلول تولنز لتكوين مرآة فضيّة ، وعند تفاعل المركبان A و B نتج المركب 3-بنتانول $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3$ ، ما الصيغة البنائية لكل من A، B ؟

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A يتكون من 3 ذرّات كربون ولدى تسخينه مع NaOH تفكك إلى المركبين B و C وعند تسخين المركب C مع H_2SO_4 المركز نتج المركب D , ما الصيغة البنائية لكل من A B C D ؟

الحل ...

سؤال : إذا علمت أن الرموز A B C D E تمثل مركبات عضوية , حيث A يتكون من 4 ذرات كربون ولدى تسخينه مع محلول NaOH نتج المركبان B و C , وعند تفاعل المركب B مع HCl نتج المركب D .
ويتأكسد المركب B بوجود دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي نتج المركب E الذي لا يكوّن مرآة فضيّة عند إضافة محلول تولنز إليه , ما الصيغة البنائية للمركبات A B C D E ؟

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A صيغته الجزيئية $C_4H_{10}O$؛ على شكل سلسلة مستمرة، عند أكسدته باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$، نتج المركب B؛ صيغته الجزيئية $C_4H_8O_2$، حيث يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3، وينتج عن تفاعله غاز CO_2.
أكتب الصيغ البنائية للمركبين A وB.

الحل ...

سؤال : مركب عضوي X صيغته C_2H_6O، عند تسخينه مع محلول مركز من حمض H_2SO_4؛ نتج المركب العضوي Y الذي يزيل لون ماء البروم، وعند تفاعل Y مع كلوريد الهيدروجين؛ نتج المركب العضوي Z.
أستنتج صيغة المركبات العضوي المحتملة X,Y,Z.

الحل ...

الدرس 3

تحضير المركبات العضوية
Preparation of Organic Compounds

يوجد ملايين المركبات العضوية والتي يتم انتاجها سنويًا من غيرها من المركبات أو من الخامات الطبيعية مثل النفط ،
والصناعات المُعتمِدة على المركبات العضوية تُسهم في النموّ الاقتصادي للدول المنتجة لها ،حيث تدخل في صناعة :
1- الوقود 2- مستحضرات التجميل 3- الأدوية 4- الصناعات الزراعيّة 5- النكهات الصناعية والتي صنعت بطريقة معينة لتصبح مشابهة للنكهات الطبيعية الموجودة في النباتات والثمار .

ذكرنا سابقًا أن تحضير المركب العضوي يعني انتاجه ، وقد يتم ذلك إما بخطوات مخبرية عن طريق استخدام مواد غير عضوية مناسبة (عوامل مساعدة) وهذا تم شرحه سابقًا مع العديد من الأمثلة عليه .
أو باستخدام مواد أوّلية مثل $H_2, CO, C, \ldots$ مع ظروف خاصة من حرارة وضغط وعوامل مساعدة معينة لإنتاج المركّب المطلوب وهذا ما يسمّى التحضير الصناعي .
وفي هذا الدرس سنقوم بعرض جميع الطرق التي من خلالها يمكن تحضير المركبات العضوية مع التركيز على التحضير الصناعي .

	تحضيرها (صناعيًّا)		تحضيرها (مخبريّا)
الألكانات C_nH_{2n+2}	التكسير الحراري Cracking - وتتم عن طريق تسخين النفط أو أي مركب عضوي على حرارة عالية في أبراج خاصة بهدف تكسير الروابط في السلاسل الكربونية . - ينتج عن هذه العمليّة خليط غازيّ من الالكانات والالكينات عدد ذرات الكربون فيها من 2- 10. - درجة غليان هذه المركبات في الخليط من 40°C - 100 .	التقطير التجزيئي Fractional distillation - هي العملية التي يتم فيها فصل الخليط الغازيّ الناتج عن التكسير الحراري اعتمادًا على تفاوت درجات غليانها (استخلاص). - مجموع ذرات الكربون في الخليط تساوي عدد ذرات الكربون في المركب الهيدروكربوني الأصلي قبل التكسير الحراري .	هدرجة الألكينات أو الألكاينات - عملية إضافة الهيدروجين H_2 إلى الألكين بوجود عامل مساعد مثل Pt أو Ni عند درجة حرارة 150مئوي . - تطبق صناعيًا على الزيوت لتحويلها إلى سمن (هدرجة الزيت). - الهدرجة تجعل المركبات غير المشبعة تصبح مشبعة .

سؤال : ألكان يحتوي على 10 ذرّات كربون ، تم تكسيره حراريًا وكان أحد نواتجه يحتوي على 4 ذرات كربون ، فإن المركب الآخر الناتج عن هذه العملية يحتوي على عدد من ذرّات الكربون يساوي :

أ) 4 ب) 6 ج) 8 د) 10

سؤال : الأوكتان C_8H_{18}هو ألكان يستخدم كوقود للسيارات (بنزين السيارات) ، تم تكسيره حراريًا وكان أحد نواتجه هو الهكسان $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ ، فإن الناتج الآخر المحتمل هو :

أ) الإيثان CH_3CH_3 ب) الإيثين $CH_2=CH_2$ ج) البروبين $CH_3CH=CH_2$ د) جميع ما ذُكر

	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الألكينات C_nH_{2n}	التكسير الحراري Cracking - ويُقصد بها التكسير الحراري للألكانات حيث ينتج عنه خليط غازيّ من الألكانات والألكينات وهذا ما شرح في الجدول السابق - ثم يتم استخلاص الألكينات بالتقطير التجزيئي حسب اختلاف درجات الغليان . - مثال : الديكان $C_{10}H_{22}$ ألكان يتم تكسيره حراريًا لانتاج :- أ) أوكتان + ايثين ب) هبتان + بروبين	عن طريق تفاعلات الحذف - تسخين الهاليد الثانوي والثالثي مع قاعدة قوية كحولية (ينتج ألكين + ملح متعادل + ماء) . - تسخين جميع أنواع الكحولات مع حمض H_2SO_4 أو H_3PO_4 المركزين . (ينتج ألكين + ماء)

	استخداماتها	تحضيرها (مخبريّا)
هاليد الألكيل R-X	- تستخدم هاليدات الالكيل صناعيًا في مجالات كثيرة منها : صناعة المبيدات الحشرية /محاليل التعقيم الطبية / طفايات الحريق / المبلمرات .	- عن طريق الاستبدال في الألكان بـ X_2/ضوء - الاستبدال في الكحولات باستخدام HX مركّز . - إضافة HX إلى ألكين .

	استخداماتها	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الألديهيد RCHO	- تستخدم الألديهيدات في صناعة العطور والمنظفات والصابون .	- تحضر الألديهيدات بتسخين الكحول الأولي 1° على درجة حرارة 300°C ووجود النحاس Cu الذي يساعد في نزع H_2 .	- أكسدة الكحول الأولي 1° باستخدام PCC .

مثال : اكتب معادلة تبيّن فيها كيفيّة تحضير الإيثانال من الإيثانول صناعيّاً .

$$\underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} \underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H}$$

	استخداماتها	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الكيتون RCOR	- تستخدم الكيتونات في صناعة المنسوجات والأصماغ ومذيبات الدهان .	- تحضر الكيتونات بتسخين الكحول الثانوي 2° على درجة حرارة 300°C ووجود النحاس Cu الذي يساعد في نزع H_2 .	- أكسدة الكحول الثانوي 2° باستخدام PCC أو الدايكرومات $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي.

مثال : اكتب معادلة تبيّن فيها كيفيّة تحضير البروبانون(الأسيتون) من 2-بروبانول صناعيّاً .

$$\underset{\text{2-بروبانول}}{CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3} \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} \underset{\text{بروبانون}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3}$$

	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الكحولات ROH	الميثانول CH_3OH - يُحضّر عن طريق هدرجة CO عند درجة حرارة 400 مئوي وبوجود ZnO أو Cr_2O_3 كعوامل مساعدة . الإيثانول CH_3CH_2OH - يُحضّر عن طريق تخمير سكّر الغلوكوز الموجود في العنب أو الشعير أو الذرة باستخدام إنزيمات الخميرة .	- إضافة الماء إلى الألكين في وسط حمضي . - استبدال الهاليد الأولي 1° باستخدام قاعدة قوية . - إضافة مركب غرينارد إلى الألديهيد والكيتون . - اختزال الألديهيد والكيتون على حرارة 150°C. - التصبّن (التحلل المائي للإستر)/ HCl المخفف . - اختزال الحمض الكربوكسيلي باستخدام $LiAlH_4$ المُذاب في Et ثم إضافة محلول H_2SO_4 المخفف.

مثال : اكتب معادلة تبيّن فيها كيفيّة تحضير كل من الميثانول والإيثانول صناعيًّا

$$\underset{\text{الميثانول}}{CH_3OH_{(g)}} \xrightarrow[ZnO/Cr_2O_3]{400\ ^\circ C} CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{خميرة}} \underset{\text{الإيثانول}}{2CH_3CH_2OH} + 2CO_2$$

	استخداماتها	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الإيثر R-O-R	- تستخدم الإيثرات كمُذيبات عضوية في كثير من التفاعلات .	- تحضر الإيثرات بتسخين الكحول مع H_2SO_4 على درجة حرارة 140°C .	- استبدال هاليد الالكيل الأولي 1° باستخدام أيون الألكوكسيد RO^- .

مثال : اكتب معادلة تبيّن فيها كيفيّة تحضير ثنائي ايثل ايثر من الإيثانول صناعيًّا

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4\ /140\ ^\circ C} CH_3CH_2OCH_2CH_3$$

	تحضيرها (صناعيًّا)	تحضيرها (مخبريّا)
الحمض الكربوكسيلي RCOOH	- تحضير CH_3COOH (حمض الإيثانويك / حمض الأستيك / حمض الخل) يتم تحضيره صناعيًا عن طريق تفاعل الميثانول مع CO بوجود يود – روديوم (RhI) كعامل مساعد .	- أكسدة الكحول الاولي 1° والألديهيد باستخدام عامل مؤكسد قوي مثل $K_2Cr_2O_7$ أو $Na_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي . - عن طريق إضافة كمية من HCl المخفف للملح العضوي الناتج عن عملية التصبّن أو التحلل المائي للإستر .

مثال : اكتب معادلة تبيّن فيها كيفيّة تحضير حمض الإيثانويك من الميثانول صناعيًّا

$$CH_3OH + CO \xrightarrow{RhI} CH_3COOH$$

	استخداماتها	تحضيرها (مخبريّا)
الإستر RCOOR	- تستخدم الإسترات في صناعة الأسبرين / مضافات الوقود / المنكهات الغذائية / الصابون / المنظفات / النّسيج .	- تفاعل الأسترة : تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي في وسط حمضي (H_2SO_4)

سؤال : اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- العملية التي يتم فيها فصل الألكان عن الألكين من خليطهما اعتمادًا على درجة غليان كل منهما تُسمى

أ) التكسير الحراري ب) التقطير التجزيئي ج) الهدرجة د) التصبن

2- احدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بالإيثرات

أ) تستخدم كمذيبات عضوية في التفاعلات ب) تحضر صناعيًا بتسخين الكحول مع H_2SO_4

ج) تحضر مخبريًا باستبدال هاليد الألكيل الأولي بالألكوكسيد د) تعتبر مركبات مشبعة

3- المركب الذي يُحضّر بإضافة إنزيمات الخميرة إلى سكر العنب أو الشعير أو الذرة هو

أ) الميثانول ب) الإيثانول ج) الأسيتون د) الإيثانال

مفاتيح هامة للتحضير

1) نستخدم مركب غرينيارد عادة لزياد عدد ذرات الكربون في المركب ودائماً ينتج عنه كحول .

2) الايثر والاستر عادة تحضر باستخدام مركبين منفصلين وهذا يؤدي إلى زيادة عدد ذرات الكربون تلقائياً أي لا حاجة لاستخدام غرينيارد إلا إذا كان أحد الأطراف يحتاج لزيادة عدد ذرات الكربون .

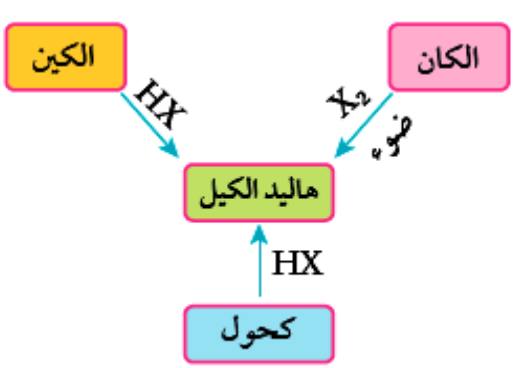
3) الألكان طريق مسدود إذا وصلنا إليه أو بدأنا منه فنلجأ للهلجنة (Cl_2 / ضوء) دائماً .

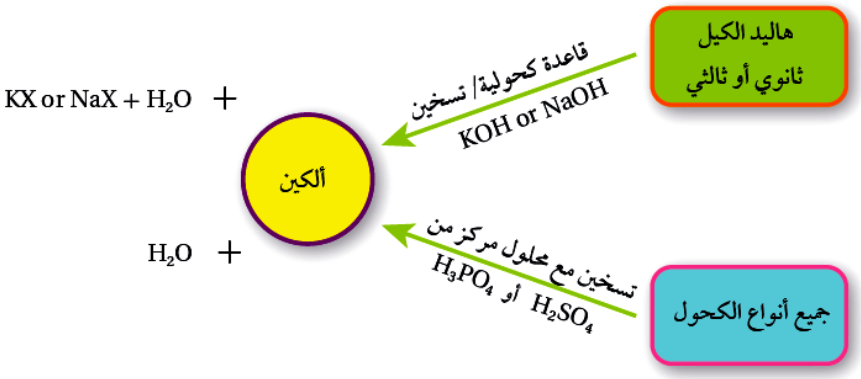
4) إذا كانت البداية استر فأول خطوة هي التصبّن دائماً ونكمل التحضير من الكحول الناتج عن تفكك الاستر أو من الملح بتحويله لحمض كربوكسيلي .

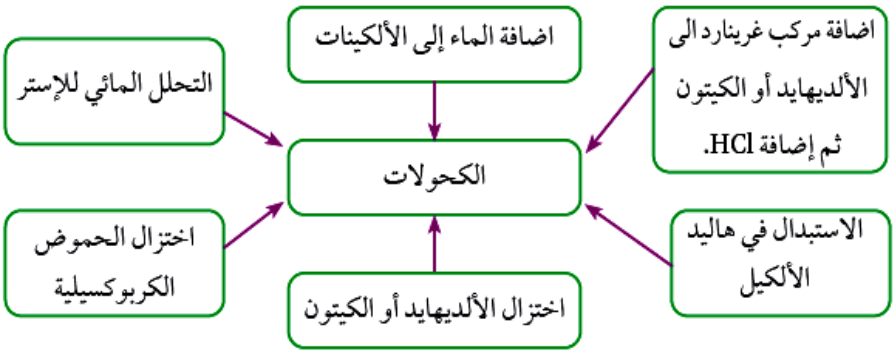
5) لتحضير الايثر
- غير متفرع : فإنه يلزم هاليد ألكيل أولي 1° + كحول أولي 1°
- متفرع : فإنه يلزم هاليد ألكيل أولي 1° + كحول 2° أو 3° (حسب التفرعات)

6) لتحضير الاستر
- غير متفرع : فإنه يلزم حمض كربوكسيلي + كحول أولي 1°
- متفرع : فإنه يلزم حمض كربوكسيلي + كحول 2° أو 3° (حسب التفرعات)

7) لتحضير الكحول
- كحول أولي 1° : 1) H_2 + أي ألدهيد 2) غرينارد + أبسط ألدهيد 3) H_2O + أبسط ألكين
- كحول ثانوي 2° : 1) H_2 + كيتون 2) غرينارد + أي ألدهيد .
- كحول ثالثي 3° : 1) H_2O + ألكين متفرع 2) غرينارد + كيتون .







الربط بالحياة

تستخدم معقّمات اليدين بشكل شائع في مختلف الأماكن، مثل المستشفيات، والمطاعم، والمدارس، وفي الاستعمال الشخصي؛ وذلك لقتل الميكروبات والحدّ من انتقال العدوى. ورغم استخدام مكونات مختلفة في تصنيع المعقمات؛ إلا أن المكوّن الفعال هو الإيثانول أو 2– بروبانول.

الربط بالصناعة

استخدمت إحدى الشركات العالمية في تصنيع العطور خليطًا من بعض الألديهايدات فمثلًا؛ الألديهايد الذي يحتوي 10 ذرات كربون يعطي رائحة البرتقال، والذي يحتوي 12 ذرة كربون يعطي رائحة البنفسج. ولكن ليس كل الألديهايدات تعطي رائحة طيبة؛ فمنها ما يعطي رائحة تشبه رائحة الخضار المتعفنة، لذلك يجب استخدام الألديهايد المناسب في صناعة العطور.

الربط بالحياة

خلق الله –عزّ وجلّ– النباتات ولكل منها رائحة مميزة، فاللوز مثلًا؛ يحتوى على مركب ألديهايد يعطيه رائحة مميزة. وقد جرى استخلاص هذا المركب ويستخدم في صناعة منكهات المواد الغذائية وفي المستحضرات الطبية.

الربط بالصناعة

استخلص الإنسان منذ القدم مسكنًا للألم من لُحاء شجر الصفصاف، إلى أن صُنع الأسبرين فأصبح يستخدم في أنحاء العالم كافة بوصفه مسكنًا للألم بوجه عام، حيث يحضر من خلال تفاعل الأسترة.

الربط بالصناعة

هدرجة الزيوت
Hydrogenation of Oils

تعرف الزيوت المهدرجة باسم الدهون الصناعية (السمن)، حيث تُحول الزيوت السائلة غير المشبعة إلى زيوت مشبعةعلى شكل سمن نباتي أو زبدة صُلبة؛ ويتم ذلك بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت غير المشبعة (هدرجة الزيوت) بوجود عامل مساعد مناسب، وعند ظروف عالية من الضغط والحرارة. وذلك بهدف إطالة مدة الصلاحية وتسهيل عمليات الحفظ والتخزين.

الربط بالصحة

الكشف عن الكيتون في البول

يعدّ ارتفاع مستويات الكيتون في البول –أو ما يعرف بالحماض الكيتوني السكري – Diabetic Ketoacidosis أول مؤشرات الإصابة بمرض السكري غير المكتشف، كما يعدّ أحد مضاعفات مرض السكري عند المصابين. يجري الكشف عن الكيتون في البول باستخدام اختبار روثيرا، الذي يكشف عن وجود البروبانون (الأسيتون) في البول، إذ يحول لون البول إلى اللون الأحمر.

الربط بالحياة

يكوّن الإيثانال مبلمرات بسيطة منها؛ مبلمر مكون من ثلاثة مونومرات $(CH_3CHO)_3$، ويستخدم دواءً مُنوّمًا. أيضًا مبلمر مكون من أربعة مونومرات $(CH_3CHO)_4$، حيث يستخدم وقودًا صُلبًا لمواقد التخييم.

الربط بالصناعة

حمض الأستيك أو حمض الإيثانوك CH_3COOH؛ هو المكون للخلّ، ينتج حمض الأستيك صناعيًا من البتروكيماويات، يستخدم ما يقارب ثلث إجمالي حمض الأستيك المنتج في جميع أنحاء العالم في إنتاج أسيتات الفينيل $CH_3COOCH=CH_2$، وهو مركب يستخدم مونومرًا لإنتاج مبلمر بولي فينيل أسيتات PVA المكون لأصماغ الخشب. ويستخدم حمض الأسيتيك –أيضًا– في إنتاج إسترات مختلفة منها؛ أسيتات السليلوز، حيث تستخدم لصناعة الأفلام الفوتوغرافية، ويمكن استخدامه –أيضًا– في تحضير بعض الأدوية مثل الأسبرين. في المنزل غالبًا ما يستخدم حمض الأستيك منظفًا منزليًا، إذ يدخل في تكوين مزيلات التكلّس. وقد ثبت –أيضًا– أن حمض الأستيك له خصائص مضادة للبكتيريا والفطريات حتى عند تخفيفه، لذلك استخدم لتطهير الجروح ومنظّفًا للأسطح في المطابخ.

تحضير حمض الفورميك من أكسدة الكتلة الحيوية
Preparation of Formic Acid from Biomass Oxidation

يعدّ حمض الفورميك أو حمض الميثانويك HCOOH، من المواد الكيميائية المهمة في صناعات متعددة منها؛ صناعة المنسوجات، والأدوية، والمواد الكيميائية الغذائية، وصناعة الجلود، والدباغة، ويستخدم مادةً حافظةً ومضادة للجراثيم في أعلاف الماشية. وكذلك يتوقع أن يصبح حمض الفورميك مصدرا لوقود الهيدروجين؛ إذ يمكن الحصول على حوالي 100% من الهيدروجين المخزّن فيه لاستخدامه في خلايا الوقود.

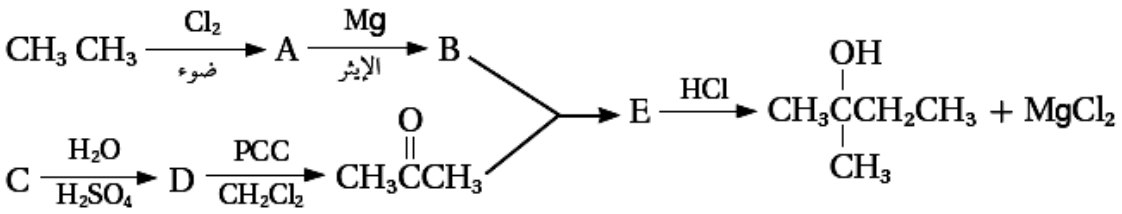
ويحضر حمض الفورميك بعدة طرائق؛ وأكثرها شيوعا التحلّل المائي لميثانوات الميثيل، حيث يجري تحضيره صناعيًا بتفاعل أول أكسيد الكربون مع الميثانول مكونًا ميثانوات الميثيل، وبعد ذلك تتحلّل ميثانوات الميثيل في الماء لينتج حمض الميثانويك وكحول الميثانول، ويفصل الحمض، ثم يعاد استخدام الميثانول مرة أخرى لتكوين ميثانوات الميثيل، وهكذا.

أما في الوقت الحاضر؛ فهناك دراسات متعددة تركز على الكتلة الحيوية Biomass، بوصفها مصدرًا للحصول على حمض الفورميك؛ نظرا لوفرتها وتدني تكلفتها. يطلق مصطلح الكتلة الحيوية على المخلفات العضوية للمحاصيل المختلفة، مثل قشّ القمح، ومخلفات الأخشاب، ونشارة الخشب، ومخلفات الدواجن.

حيث تجري أكسدة الكتلة الحيوية تحت ظروف مختلفة كما في الشكل، فتتحلّل وتتحول إلى حمض الفورميك؛ بوجود فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2، والأكسجين O_2، بوصفهما عاملان مؤكسدان.

أسئلة شاملة

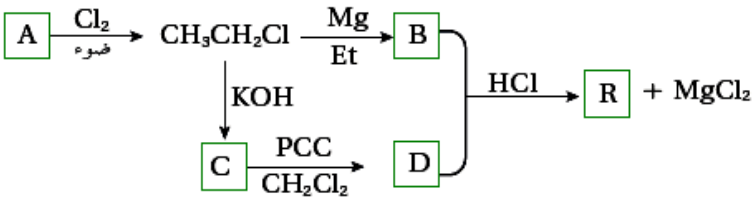
سؤال : أكتب صيغ المركبات العضوية A, B, C, D, E, الناتجة من سلسلة التفاعلات المبيّنة في المخطط الآتي:



الحل ...

A:..... B..... C..... D..... E.....

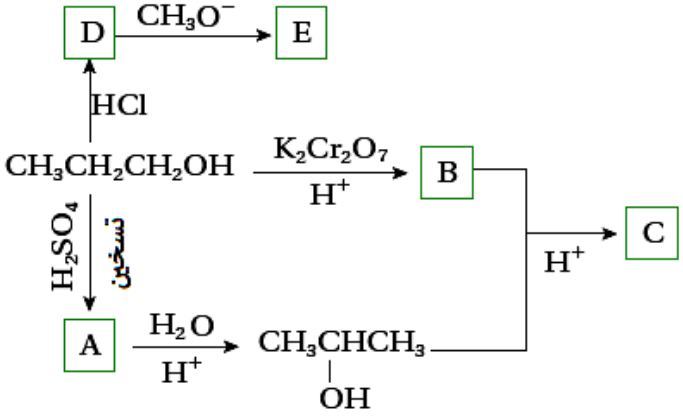
سؤال : أدرس المخطط الآتي، وأستنتج صيغ المركبات العضوية: A ، B ، C ، D ، R.



الحل ...

A:..... B..... C..... D..... R.....

سؤال: أدرس المخطط الآتي وأكتب الصيغ العضوية لكل من المركبات : A ، B ، C ، D ، E.



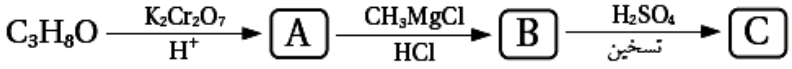
الحل :

A ..... B.....

C ..... D.....

E .....

سؤال : مركب عضوي صيغته C_3H_8O، يجري سلسلة من التفاعلات العضوية ،كما في المخطط الآتي، علمًا بأن المركب العضوي A **لا** يتفاعل مع محلول تولنز. فإن الصيغة البنائية للمركب C_3H_8O هي:

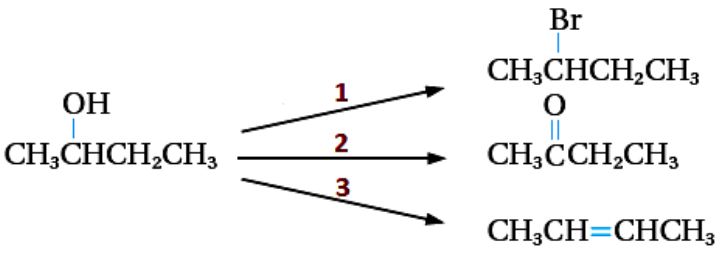


1- اكتب الصيغة البنائية للمركب C_3H_8O

2- اكتب الصيغ البنائية للمركبات A,B,C

الحل ...

سؤال : المخطط الآتي يشير إلى ثلاثة أنواع من تفاعلات المركب العضوي 2– بيوتانول



أ. حدد نوع كل من التفاعلين (2، 1).

ب. أكتب الصيغة الجزيئية للمواد الكيميائية التي تتفاعل مع 2– بيوتانول $CH_3CH_2\underset{OH}{C}HCH_3$؛ لتعطي النواتج في كل من التفاعلين (2، 3).

جـ. أكتب الظروف المناسبة لحدوث التفاعلين (2، 3).

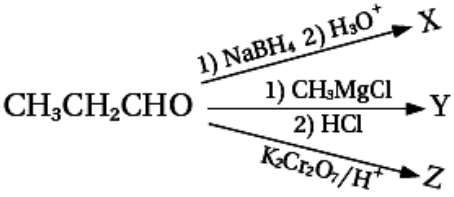
الحل ... أ) **التفاعل 1 : استبدال** **التفاعل 2 : أكسدة**

ب) التفاعل 2 : $H^+/K_2Cr_2O_7$ أو CH_2Cl_2/PCC التفاعل 3 : H_2SO_4 أو H_3PO_4 .

ج) التفاعل 2 : $H^+/K_2Cr_2O_7$ <= نحتاج وسط حمضي ، PCC <= نحتاج ثنائي كلورو ميثان .

التفاعل 3 : يكون الحمض مركّز مع تسخين .

سؤال : يمكن للبروبانال CH_3CH_2CHO أن يتحول إلى ثلاثة مركبات عضوية مختلفة عن طريق التفاعلات الآتية:



أ - أكتب الصيغة البنائية لكلٍّ من X، Y، Z.

ب- حدد نوع التفاعل الذي يُكوِّن المركب X.

جـ- أكتب معادلة التفاعل بين Y و Z بوجود حمض H_2SO_4.

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A؛ يتكون من ثلاث ذرات كربون، يتفاعل مع الصوديوم مطلقًا غاز الهيدروجين H_2، وعند أكسدته باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $(K_2Cr_2O_7/H^+)$؛ يتنتج مركبًا عضويًّا B، حيث يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3، ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند تسخين مزيج من المركبين A, B؛ ينتج مركبًا عضويًّا C؛ ذا رائحة تشبه رائحة الفواكه، أستنتج الصيَغ العضوية للمركبات A, B , C.

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A يتكون من اربع ذرات كربون؛ عند تسخينه مع محلول NaOH، يتكون المركبين C و D، يتفاعل المركب C مع الحمض HCl ينتج المركب B الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$؛ مطلقًا غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند أكسدة المركب D، باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضيّ $(K_2Cr_2O_7/H^+)$؛ يتنتج مركب عضوي R، لا يستجيب لتفاعل تولنز، أما عند تسخين المركب D مع محلول حمض الفسفوريك H_3PO_4؛ ينتج مركب عضوي Y، يزيل لون محلول البروم. **أستنتج** الصيغ العضوية للمركبات A, B , C, D, R, Y

الحل ...

سؤال : مركب عضوي A، يتكون من ثلاث ذرات كربون، يتفاعل مع الصوديوم منتجاً المركب B ومطلقاً غاز الهيدروجين H_2، وعند أكسدته باستخدام $(K_2Cr_2O_7/H^+)$؛ ينتج مركبًا عضويًّا C، الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3، ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند تفاعل A مع محلول مركز من HCl ينتج مركب عضوي D، الذي يتفاعل مع المركب B ينتج المركب E، **أستنتج** الصيغ العضوية للمركبات A, B , C, D, E.

الحل ...

سؤال : إستر أعطي الرمز الإفتراضي A صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_2$؛ تكوّن من تفاعل الحمض الكربوكسيلي B والكحول C، بوجود عامل مساعد مناسب؛ فإذا كانت الصيغة البنائية للكحول C هي: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$.

أكتب معادلة كيميائية توضح تَكوُن الأستر A، مبيّنًا الصيغ البنائية للإستر A، والحمض الكربوكسيلي B، والعامل المساعد المستخدم.

الحل ...

سؤال : ما الصيغة البنائيّة للمركّب العضوي الذي يمثّله الرمز A في كل من التفاعلات الآتية ؟

الحل :

1) $A \xrightarrow[H_3O+]{NaBH_4/Ethanol} CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2OH$ A : .....

2) $A \xrightarrow[H_3O+]{LiAlH_4/Et} CH_3CH_2OH$ A : .....

3) $A + 2HCl \longrightarrow CH_3CCl_2CH_3$ A : .....

4) $A + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH + Br^-$ A : .....

5) $A + CH_3Cl \longrightarrow CH_3OCH(CH_3)CH_3$ A : .....

سؤال : يصعب تحضير المركب 2– بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ مباشرة من تفاعل 2– كلورو بروبان $CH_3CHClCH_3$.

السبب : لأن هاليد الألكيل الثانوي لا يتفاعل بالاستبدال و إنما يتفاعل بالحذف لذلك يحتاج 2-بروبانول خطوتين لتحضيره من 2-كلوروبروبان هما حذف HX ثم إضافة H_2O .

سؤال : صمّم مخططًا يبين صيغ المركبات العضوية الناتجة من سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تجري لتحضير البيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$؛ من 1– كلورو بيوتان $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$، باستخدام مصدر حرارة والمواد الآتية: H_2O , H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, KOH

سؤال : صمّم مخطّطًا يبين الصيغ البنائية للمركبات العضوية الناتجة من سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تجري لتحضير 2-بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$ من الإيثين $CH_2=CH_2$ وباستخدام :
مصدر حرارة و H_2SO_4،Mg،Et،HCl،PCC،H_2O

الحل :

سؤال : أكتب معادلات كيميائية تبيّن تحضير حمض الميثانويك $HCOOH$ مخبريًا؛
من الميثان CH_4، مستخدمًا الضوء، والمواد الآتية: $NaOH\ ,\ K_2Cr_2O_7\ ,\ HCl\ ,\ Cl_2$

الحل ...

سؤال : اكتب معادلات كيميائية تبيّن تحضير ايثانوات الإيثل $CH_3COOCH_2CH_3$ مخبريًا ، من الميثان CH_4 ;
مستخدمًا الضوء ومصدر حرارة والمواد الآتية : $Na_2Cr_2O_7$،KOH،Et،Mg،Cl_2

الحل ...

سؤال : أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2− ميثيل −2− بيوتانول $CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}CH_2CH_3$ إذا توافرت المواد الآتية
في المختبر: الإيثين $CH_2=CH_2$، البروبين $CH_3CH=CH_2$، إيثر، $K_2Cr_2O_7\ ,\ H_2O\ ,\ H_2SO_4\ ,\ Mg\ ,\ HBr$

سؤال : اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- احدى المسميّات الآتية لا تعبّر عن تفاعل جزيء H_2 مع الإيثين $CH_2=CH_2$ بوجود Pt كعامل مساعد

أ) هدرجة ب) إضافة ج) اختزال د) تصبّن

2- احدى العبارات الآتية لا تعبّر عن اختزال البروبانون(الأسيتون) CH_3COCH_3

أ) يمكن إجراء التفاعل بإضافة H_2 بوجود Ni ب) يمكن إجراء التفاعل بإضافة $NaBH_4$/إيثانول

ج) يكون الناتج كحولاً ثانويًا د) يتحول المركب المشبع إلى مركب غير مشبع .

3- اذا أردنا التمييز بين بروبانال وبروبانون مع ظهور راسب بني محمر فإننا نستخدم محلول :

أ) تولنز ب) فهلنج ج) $NaHCO_3$ د) HCl المخفف

4- يُحضّر إيثوكسيد الصوديوم CH_3CH_2ONa من تفاعل:

أ) CH_3COOH مع Na ب) CH_3CH_2OH مع Na ج) CH_3CH_2OH مع NaOH د) CH_3CH_3 مع NaOH.

5- عند تسخين المركب $CH_3CHOHCH_3$ مع حمض H_2SO_4 المركز ينتج

أ) CH_3COCH_3 ب) $CH_3CH=CH_2$ ج) $CH_3CH_2CH_2OH$ د) CH_3CH_2CHO

6- العنصر الذي لا يمكن إجراء تفاعل هلجنة بينه وبين الميثان CH_4 لأنه شديد النشاط هو

أ) الفلور F_2 ب) الكلور Cl_2 ج) البروم Br_2 د) اليود I_2

7- العنصر الذي لا يمكن إجراء تفاعل هلجنة بينه وبين الميثان CH_4 لأنه لا يتفاعل مع الألكانات أبدًا هو

أ) الفلور F_2 ب) الكلور Cl_2 ج) البروم Br_2 د) اليود I_2

8- أحد التفاعلات الآتية يُنتج هاليد ألكيل لا يمكن تصنيفه

أ) HCl مع $CH_2=CH_2$ ب) HBr مع CH_3OH ج) ضوء/Br_2 مع CH_4 د) 2HI مع $CH\equiv CH$

9- أحد التفاعلات الآتية يعتبر تفاعل إضافة نيوكليوفيلية

أ) HCl إلى $CH_2=CH_2$ ب) H_2O إلى $CH_2=CH_2$ ج) CH_3MgCl إلى HCHO د) 2HBr إلى $CH\equiv CH$

10- احدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلّق بإضافة H_2 إلى البروبانون(الأسيتون) CH_3COCH_3

أ) يضاف النيكل Ni كعامل مساعد للتفاعل ب) نوع الإضافة إلكتروفيليّة

ج) يكون الناتج كحولاً ثانويًا د) نوع الإضافة نيوكليوفيليّة

11- الألكوكسيد الذي ساهم في انتاج الإيثر $CH_3CH_2O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$

أ) $CH_3\underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{C}}HCH_3$ ب) CH_3CH_2ONa ج) $CH_3CH_2CH_2ONa$ د) CH_3CH_2CHO

12- سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير البروبانون CH_3COCH_3 من 1-كلورو بروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$ هي :

أ) استبدال – استبدال – حذف - إضافة ب) استبدال – حذف – إضافة - استبدال

ج) استبدال – حذف – إضافة - أكسدة د) حذف – إضافة – استبدال - أكسدة

13- المركب الذي يختزل فقط باستخدام $LiAlH_4/Et$ ثم إضافة محلول مخفف من حمض H_2SO_4 هو :

أ) CH_3COOCH_3 ب) $CH_3CH=CH_2$ ج) $CH_3CH_2CH_2OH$ د) CH_3CH_2COOH

14- إحدى الطرق الآتية لا تصلح لتحضير كحول ثالثي 3^o :

أ) إضافة جزيء هيدروجين إلى كيتون ب) إضافة مركب غرينارد إلى كيتون

ج) إضافة جزيء ماء إلى ألكين غير متماثل متفرّع د) حذف HX من هاليد ثالثي ثم إضافة الماء .

15- ناتج التفاعلين الآتيين هو:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \;+\; \xrightarrow[2.\ HCl]{1.\ CH_3MgCl}$$

أ) CH_3CH_3. ب) CH_3COOH. جـ) $CH_3CHOHCH_3$. د) $CH_2=CH_2$.

16- ناتج التفاعل الآتي هو:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \;+\; H_2 \xrightarrow{Pt}$$

أ) $CH_3CH_2CH_2OH$. ب) $CH_3CH_2CH_2Br$. جـ) $CH_3CHOHCH_3$. د) $CH_3CH=CH_2$.

17- في التفاعل الآتي: $A + X \rightarrow CH_3CH_2CH_2Br + H_2O$؛ فإن الصيغة الكيميائية لكل من A و X، هي:

أ) $CH_2=CHCH_3/HBr$. ب) $CH_3CH_2CH_3/Br_2$.

جـ) $CH_3CH_2CH_2OH/Br_2$. د) $CH_3CH_2CH_2OH/HBr$.

18- صيغة المركب العضوي الذي لا يتأكسد هي:

أ) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$. ب) $CH_3CH_2CH_2CHO$.

جـ) $CH_3CH_2CHOHCH_3$. د) $CH_3COCH_2CH_3$.

19- إحدى المجموعات الآتية تستخلص مركباتها بالتكسير الحراري للنفط :

أ) الألكانات ب) الكحولات ج) الألديهيدات د) الإسترات

20- إحدى المجموعات الآتية تُحضّر مركباتها صناعيًا بتسخين الكحول على 140^oC مع حمض H_2SO_4 :

أ) الإيثرات ب) الكحولات ج) الألديهيدات د) الإسترات

21- يحضّر الإيثانول (الكحول الطبي) صناعيًا عن طريق :

أ) تخمير سكر الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ب) تسخين الميثانول مع حمض H_2SO_4

ج) إضافة روديوم – يود (RhI) إلى الميثانول د) تسخين الكحول الثانوي مع النحاس على 300^oC

22- العامل المساعد الذي يستخدم في تحضير الميثانول CH_3OH صناعيًا هو:

أ) $ZnO/\ 400^oC$ ب) الخميرة ج) RhI د) H_2SO_4 / تسخين

23- إحدى المجموعات الآتية تستخدم مركباتها في صناعة مذيبات الدهان:

أ) الكيتونات ب) هاليدات الألكيل ج) الألديهيدات د) الإسترات

24- إحدى المجموعات الآتية تستخدم مركباتها في صناعة الأسبرين وتتميّز بروائحها العطرة :

أ) الإسترات ب) هاليدات الألكيل ج) الألديهيدات د) الإيثرات

تمت بحمد الله

عزيزي الطالب ... تذكّر دائمًا

قول الله تعالى : ((وأن ليس للإنسان إلا ما سعى ، وأن سعيه سوف يُرى))

عزيزي الطالب

من أراد الدنيا فعليه بالعلم ومن أراد الآخرة فعليه بالعلم ومن أرادهما معًا فعليه بالعلم

عزيزي الطالب

من سلك طريقًا يبتغي فيه علمًا سهّل الله له به طريقًا إلى الجنة وإن الملائكة تضع أجنحتها لطالب العلم رضًا بما يصنع .

الجمان في الكيمياء

هي القلب النابض الذي تحيا

به العلوم الأخرى

الفرع العلمـي

حسب المنهاج المطوّر

2005

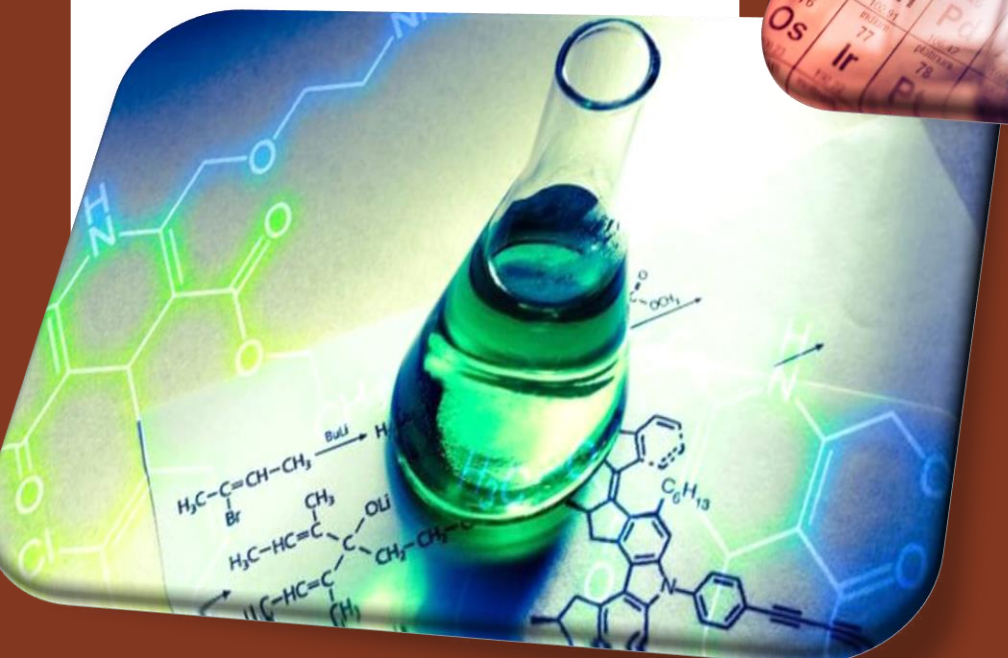
كيمياء النجاح

طالبي / طالبتي ...

عليك أن تخاف مما تجهله فقط

ولا تخف أبدًا مما تفهمه

" وفقكم الله"



scan me