

الشامل في الكيمياء

الصف الثاني عشر ١٢

الفرعين (العلمي والزراعي)

اعداد الأستاذ: علاء البدارنة

النسخة الأولى 2018



0787305931



الاستاذ علاء بدارنة

G / a.badarneh96@gmail.com



علاء-بدارنة/ www.awa2el.net

الحموض & القواعد

- ❖ مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد
- ❖ الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

بداية



مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد Concepts of Acids and Bases

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- ١- توضح مفهوم كل من الحمض والقاعدة وفق تعريفات كل من أرهينيوس، وبرونستد - لوري، ولويس.
- ٢- تكتب معادلات تمثل تفاعل الحمض والقاعدة وفق تعريف برونستد-لوري، محددًا الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.
- ٣- تستنتج العلاقة بين تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في المحاليل المائية.
- ٤- تحسب الرقم الهيدروجيني pH لبعض محاليل الحموض والقواعد القوية.

مفهوم أرهينوس للحموض والقواعد

- مر تعريف الحموض والقواعد بعدة مراحل هامة، وكان أول هذه التعريفات وأبسطها مفهوم أرهينوس، حيث عرف كلاً من الحمض والقاعدة كما يلي:

الحمض: مادة تزيد من تركيز ايون الهيدروجين (H^+) عند إذابتها في الماء.

القاعدة: مادة تزيد من تركيز ايون الهيدروكسيد (OH^-) عند إذابتها في الماء.

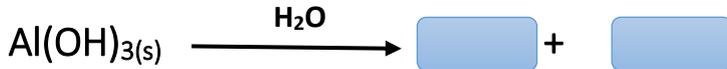
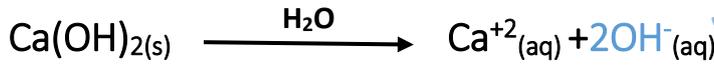
أمثلة على القواعد		أمثلة على الحموض	
صيغته الكيميائية	اسم المركب	صيغته الكيميائية	اسم المركب
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم	HCl	حمض الهيدروكلوريك
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	HBr	حمض الهيدروبروميك
LiOH	هيدروكسيد الليثيوم	HNO ₃	حمض النتريك
Ca(OH) ₂	هيدروكسيد الكالسيوم	HClO ₄	حمض البيروكلوريك
Al(OH) ₃	هيدروكسيد الألمنيوم	H ₂ SO ₄	حمض الكبريتيك

حيث تذوب هذه الحموض في الماء لتعطي ايون الهيدروجين (H^+) كما في المعادلات الكيميائية الاتية:



بينما تذوب هذه القواعد في الماء لتعطي ايون الهيدروكسيد (OH^-) كما في المعادلات الكيميائية

الآتية:



والسؤال الان؟؟؟

كيف ميز أرهينوس بين الحمض القوي والحمض الضعيف؟

تمكن أرهينوس من التمييز بين الحمض القوي والحمض الضعيف بوصفها مواد كهربية، ومن خلال التفاوت في التوصيل الكهربائي لمحاليل الحموض صنف الحموض إلى:

✓ الحموض القوية: التي تتأين كلياً في الماء.

تمتلك هذه الحموض القدرة العالية على إيصال التيار الكهربائي بسبب تأينها القوي

ومن الأمثلة عليها: (HCl , HI , HBr , HNO_3 , HClO_4 , H_2SO_4)

✓ الحموض الضعيفة: التي تتأين جزئياً في الماء.

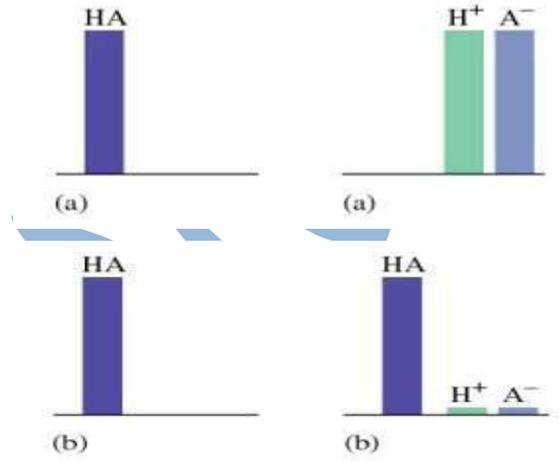
تمتلك هذه الحموض قدرة منخفضة على إيصال التيار الكهربائي بسبب تأينها الضعيف

ومن الأمثلة عليها: (HF , HCN , CH_3COOH , H_2SO_3 , HNO_2)

التأين

كلي: تحول جميع
جزيئات المادة
إلى أيونات

جزئي: تحول
جزء من المادة
إلى أيونات



التأين الكلي

• يستخدم السهم الغير المنعكس (\rightarrow) للدلالة على التأين القوي

التأين الجزئي

• يستخدم السهم المنعكس (\rightleftharpoons) للدلالة على التأين الضعيف

☺ سؤال اكتب معادلة تأين كل من الأحماض الآتية:

(HNO_3 , HClO_4 , HCN , CH_3COOH)

مساحة
للإجابة

" أوجه القصور التي واجهها تعريف أرهينوس "

واجه تعريف أرهينوس العديد من أوجه القصور، فمن أهم النقاط التي تمثل القصور في تعريفه:

- 1- اقتصار التعريف على المركبات في محاليلها المائية، وبذلك فإن (NH₃، HCl) لا يعدان حمضاً وقاعدة ما لم يذابا في الماء.
- 2- لم يتمكن من تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لمحاليل بعض الأملاح مثل: (CH₃COONa , NaF , KCN , NH₄Cl)

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١٠

فسر السلوك الحمضي لمحلول الحمض القوي HBr وفق مفهوم أرهينوس؟
الإجابة:

حمض HBr وفق أرهينوس: مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H⁺) عند إذابتها في الماء وفق المعادلة:



سؤال (١) صفحة ٢٥

وضح المقصود بقاعدة أرهينوس؟
الإجابة:

قاعدة أرهينوس: مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH⁻) عند إذابتها في الماء.

سؤال (٥) صفحة ٢٥

فسر مستعينا بمعادلة كيميائية السلوك الحمضي لحمض الهيدروسيانيك HCN وفق مفهوم أرهينوس؟
الإجابة:

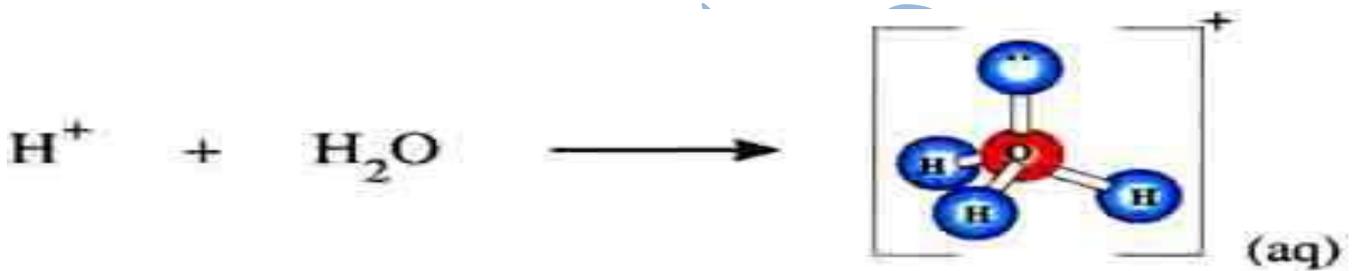
حمض HCN وفق أرهينوس: مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H⁺) عند إذابتها في الماء وفق المعادلة:



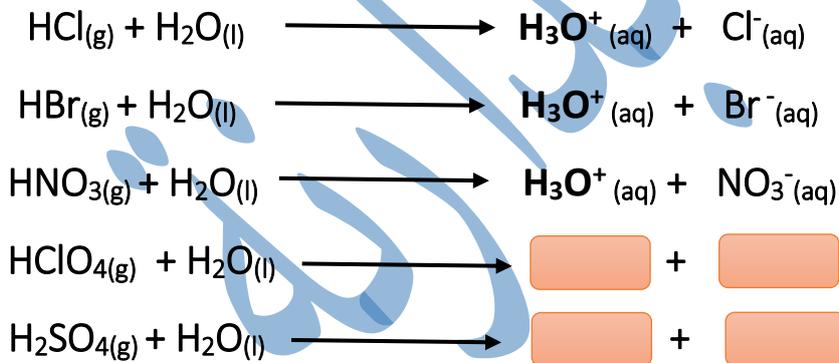
ثانياً

مفهوم برونستد-لوري للحموض والقواعد

يجب الإشارة أولاً إلى أن أيون الهيدروجين (H^+) هو عبارة عن بروتون صغير الحجم، تكون كثافة الشحنة عليه عالية جداً، وبذلك فهو لا يوجد بصورة حرة في المحاليل المائية، حيث أن أيون الهيدروجين (H^+) يمتلك فلكاً فارغاً، وأيون الماء يمتلك زوجين من الإلكترونات غير الرابطة، فيرتبط أيون (H^+) بزوج الإلكترونات غير الرابطة على ذرة الأكسجين في جزيء الماء برابطة تناسقية مكونة أيون الهيدرونيوم (H_3O^+)، كما تبين المعادلة الآتية:



ومن خلال ما سبق فإن أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) يمثل أيون الهيدروجين (H^+) في المحلول، وبالتالي يمكن كتابة معادلات تأين الحموض السابقة على النحو التالي:

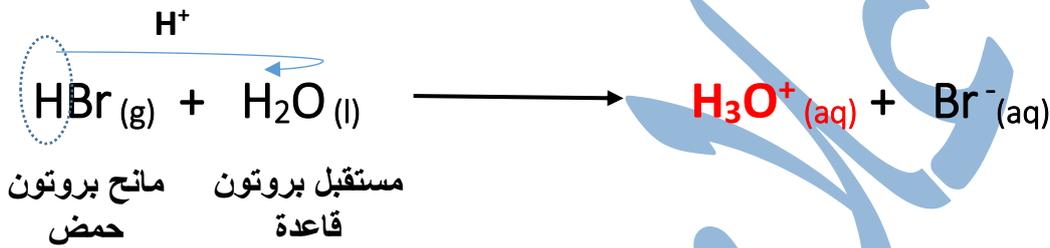
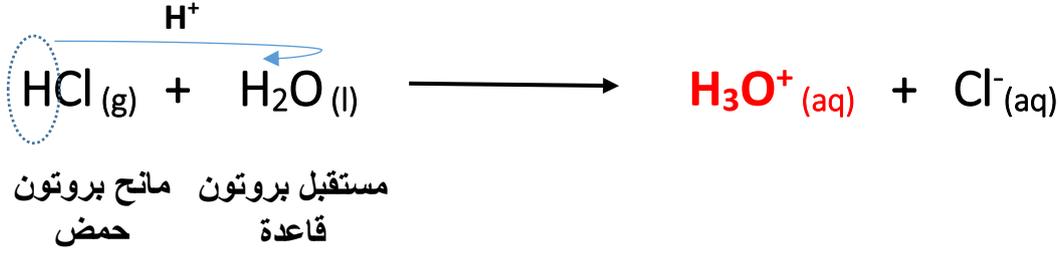


واعتماداً على انتقال البروتون بين المواد في التفاعلات الكيميائية وضع العالمان برونستد-لوري مفهوماً أكثر شمولاً من مفهوم أرهينوس حيث عرفا الحمض والقاعدة كما يلي:

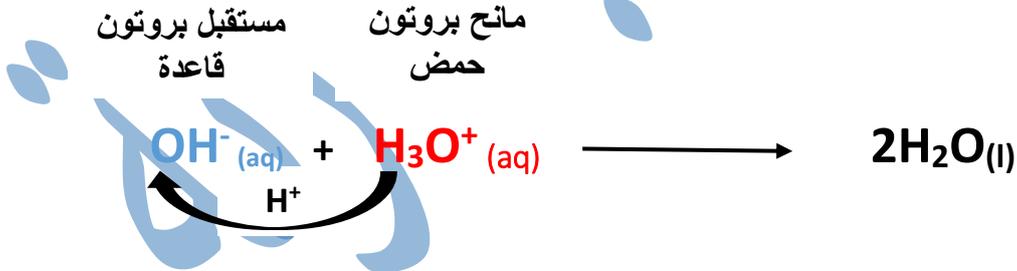
الحمض: مادة (جزئيات أو أيونات) قادرة على منح بروتون (مانح للبروتون) لمادة أخرى في التفاعل.

القاعدة: مادة (جزئيات أو أيونات) قادرة على استقبال بروتون (مستقبل للبروتون) عند تفاعلها مع غيرها.

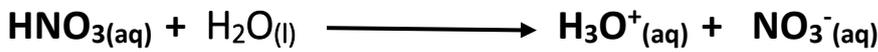
يمكن تحديد كل من الحموض والقواعد حسب مفهوم برونستد-لوري من خلال انتقال البروتون، كما في المثالين الآتيين:



وفق مفهوم برونستد-لوري يعتبر أيون الهيدروكسيد (OH^-) قاعدة، لأنه يمتلك القدرة على استقبال البروتون (H^+) من (H_3O^+)، حيث يتفاعلان معاً لإنتاج الماء كما في المعادلة الآتية:

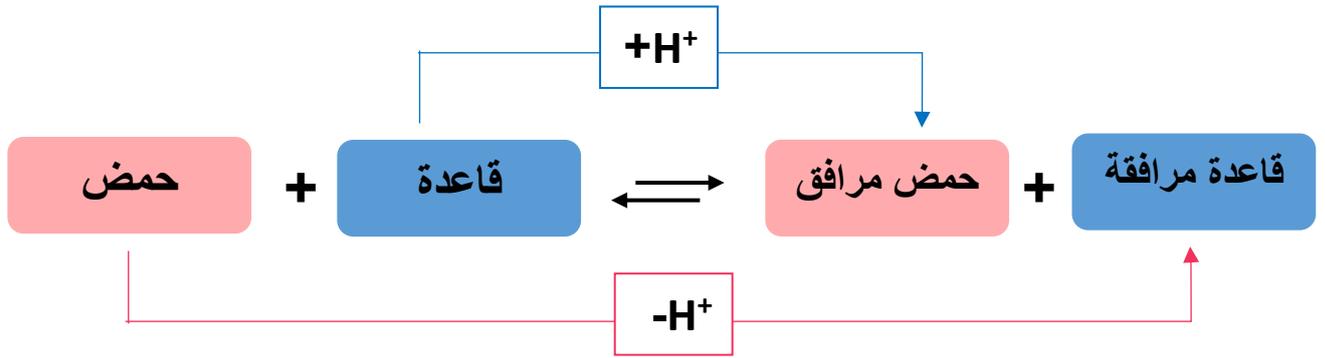


⊙ سؤال: عين الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد-لوري، لكل من التفاعلات الآتية:



مساحة
للإجابة

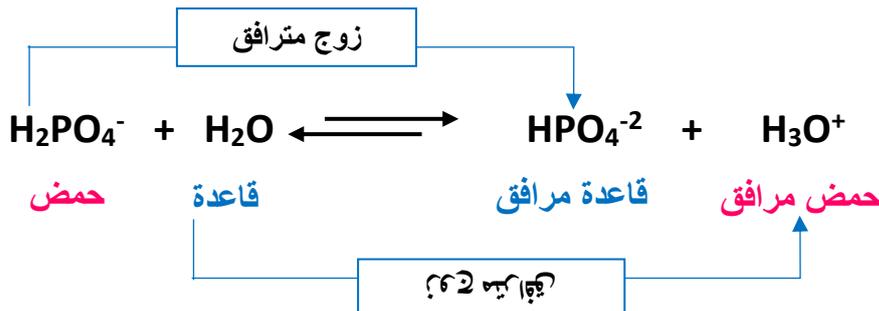
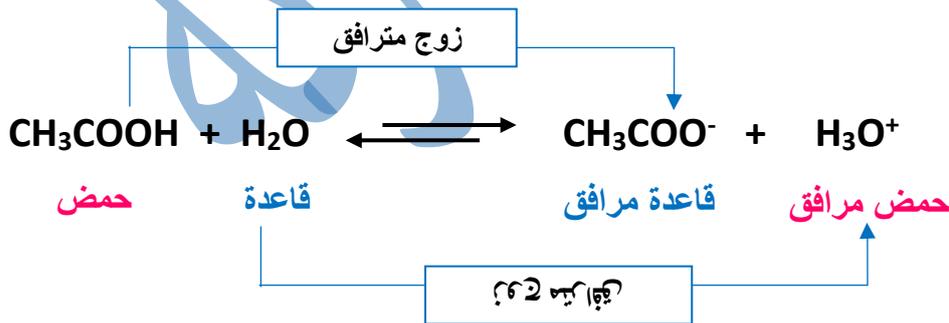
← الأزواج المترافقة من الحموض والقواعد →



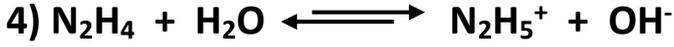
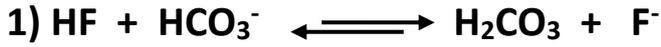
من تعريف برونستد-لوري فإن الحمض يمنح بروتوناً، فإذا لا بد من وجود مادة قادرة على استقبال هذا البروتون يطلق عليها اسم **قاعدة مرافقة**.
والقاعدة عند استقبالها للبروتون فلا بد من وجود مادة تمنحها البروتون ويطلق عليها اسم **حمض مرافق**.

يسمى الحمض والقاعدة المترافقة له **زوجاً مترافقاً**
تسمى القاعدة والحمض المترافق لها **زوجاً مترافقاً**

مثال حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعلات الآتية:



😊 سؤال: حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعلات الآتية:



مساحة للإجابة

والان عزيزي الطالب

إذا طرح عليك السؤال التالي:

حدد صيغة الحمض المرافق أو القاعدة المترافقة لكل من المركبات المعطاة؟

↓ فما عليك إلا اعتماد القاعدة الآتية ↓

صيغة القاعدة المترافقة للحمض = صيغة الحمض - (H^+)

صيغة الحمض المرافق للقاعدة = صيغة القاعدة + (H^+)

😊 سؤال: حدد صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحموض الآتية:



مساحة للإجابة

😊 سؤال: حدد صيغة الحمض المرافق لكل من القواعد الآتية:



مساحة للإجابة

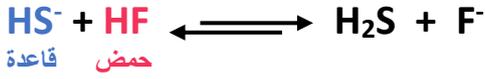
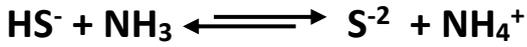
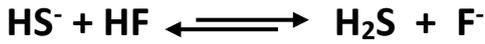
← المواد المترددة (الأمفوتيرية) →

هناك مواد تسلك سلوكاً حمضياً في تفاعل معين، وتسلك سلوكاً قاعدياً في تفاعل آخر؛ تسمى مثل هذه المواد المترددة (الأمفوتيرية)؛ لأنها تستطيع أن تتفاعل كحمض أو كقاعدة تبعاً للظروف الموجودة فيها.

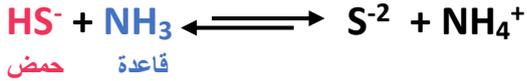
ومن الأمثلة على هذه المواد:

- 1- الماء (H_2O)
- 2- الأيونات السالبة التي تحتوي في تركيبها على ذرة هيدروجين تكون قادرة على منحها لمادة أخرى. مثل (HSO_3^- , HS^- , HCO_3^- , HCrO_4^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-)

مثال حدد سلوك HS⁻ في التفاعلين الآتيين:



يسلك سلوكاً قاعدياً



يسلك سلوكاً حمضياً

لذلك HS⁻ يعد مادة مترددة (أمفوتيرية)

فكر لماذا لا يعد كلاً من HCOO⁻ و CH₃COO⁻ مواداً مترددة (أمفوتيرية)؟

فكر

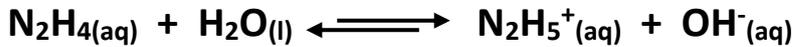


مساحة
للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١١

ادرس التفاعلين الآتيين، وعين كلاً من الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد-لوري في كل منهما:



الإجابة:





سؤال صفحة ١٣

❖ عين القاعدة المرافقة لكل من الحموض الآتية:



الإجابة:



❖ عين الحمض المرافق لكل من القواعد الآتية:



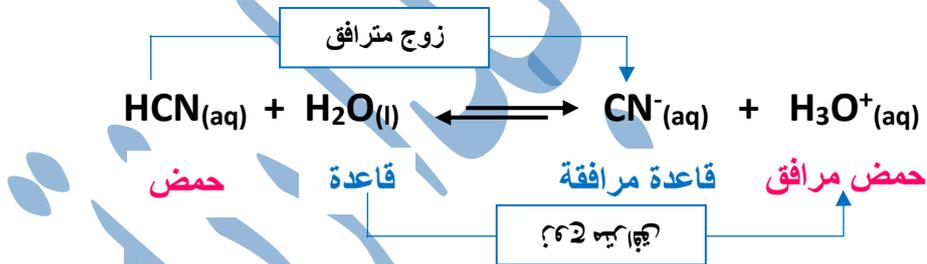
الإجابة:



❖ عين الأزواج المترافقة في التفاعل الآتي:



الإجابة:

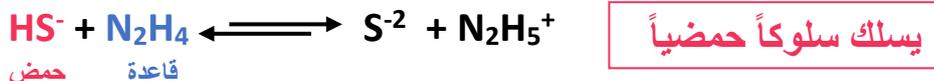


HCN/CN⁻ زوج مترافق
H₃O⁺/H₂O زوج مترافق



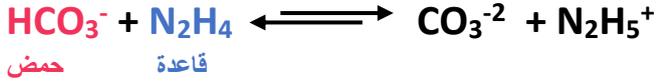
سؤال صفحة ١٤

اكتب معادلات تبين سلوك كل من: HCO₃⁻ و HS⁻ كحمض في تفاعلها مع N₂H₄، وكقاعدة في تفاعلها مع HNO₂.





يسلك سلوكاً قاعدياً



يسلك سلوكاً حمضياً

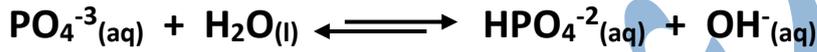
سؤال (١) صفحة ٢٥

وضح المقصود بحمض برونستد-لوري؟

حمض برونستد-لوري: مادة (جزيئات أو أيونات) قادرة على منح بروتون (مانح للبروتون) لمادة أخرى في التفاعل.

سؤال (٢) صفحة ٢٥

ادرس التفاعلين الآتيين، وعين كلاً من الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد-لوري في كل منهما:



الإجابة:



سؤال (٣) صفحة ٢٥

أكمل الجدول الآتي:

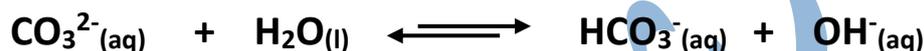
معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$				H_2CO_3
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \text{OH}^-$	H_2O			
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$			H_2O	
$\dots\dots\dots + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \dots\dots\dots$		$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$		

الإجابة:

معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$	HF	F ⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ CO ₃
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	H ₂ O	OH ⁻	CH ₃ NH ₂	CH ₃ NH ₃ ⁺
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_3\text{O}^+$	N ₂ H ₅ ⁺	N ₂ H ₄	H ₂ O	H ₃ O ⁺
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	C ₆ H ₅ COOH	C ₆ H ₅ COO ⁻	H ₂ O	H ₃ O ⁺

سؤال (٤) صفحة ٢٥ ...

ادرس التفاعلين الآتيين، ثم أجب عما يأتي:



(أ) وضح سلوك الماء (كحمض أو قاعدة) في كل منهما؟
(ب) حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل منهما؟

الإجابة:

(أ) يسلك الماء في التفاعل الأول سلوكاً قاعدياً فيستقبل بروتوناً من الحمض H₂SO₃ ويتحول الى H₃O⁺.
يسلك الماء في التفاعل الثاني سلوكاً حمضياً فيمنح بروتوناً للقاعدة CO₃²⁻ ويتحول الى OH⁻.
(ب) الأزواج المترافقة للتفاعل الأول:



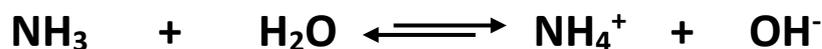
الأزواج المترافقة للتفاعل الثاني:



سؤال (٦) صفحة ٢٥ ...

فسر مستعيناً بمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا NH₃ وفق مفهوم برونستد-لوري؟

الإجابة:



قاعدة
مستقبل البروتون

حمض
مانح البروتون

مفهوم لويس للحموض والقواعد

- وضع لويس تعريفاً أكثر شمولاً للحموض والقواعد فقام بتعريفهما كما يلي:

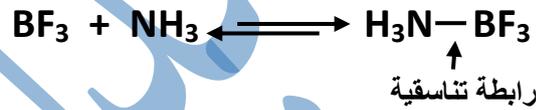
الحمض: مادة قادرة على استقبال زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة من خلال الافلاك الفارغة.

القاعدة: مادة قادرة على منح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة.

☺ سؤال: بماذا تكمن أهمية مفهوم لويس؟

تكمن أهمية هذا المفهوم في أنه استطاع تفسير تفاعلات حموض وقواعد لا تشمل على عملية انتقال البروتون.

ومن أشهر الأمثلة على ذلك: تفاعل فلوريد البورون والأمونيا



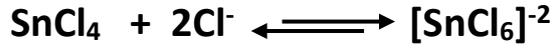
في مثل هذا التفاعل لا يمكن تفسير الحمض والقاعدة اعتماداً على مفهوم برونستد-لوري، بسبب عدم انتقال البروتون، ولكن مفهوم لويس استطاع تفسير ذلك.

- ◀ تعتبر الأيونات الموجبة للفلزات وخاصة الفلزات الانتقالية حموض لويس وذلك بسبب احتوائها على افلاك فارغة قادرة على استقبال أزواج من الإلكترونات من بعض الايونات والجزيئات.
- ◀ أما الأيونات السالبة تسلك سلوك قواعد لويس بسبب احتوائها على أزواج الكترونات غير رابطة.

أي جزيء يحتوي (B) أو (Be) يعتبر من حموض لويس، مثل:



😊 سؤال: عين حمض وقاعدة لويس في التفاعلات الآتية:

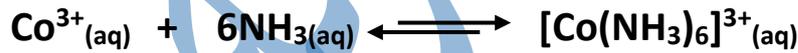


مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١٥

❖ حدد حمض لويس وقاعدته في التفاعلات الآتية:



الإجابة:

قاعدة لويس

حمض لويس

H₂O

Cu²⁺

NH₃

Co³⁺

CN⁻

HF

❖ أكمل الفراغات في الجدول الآتي، والذي يقارن بين مفاهيم الحموض والقواعد لكل من أرهينوس، برونستد-لوري ولويس.

التعريف	الحمض	القاعدة
أرهينوس	يزيد من تركيز H^+ عند إذابته في الماء	
		مستقبل لبروتون H^+ في تفاعلاته
	مستقبل لزوج من الإلكترونات غير الرابطة	

الإجابة:

التعريف	الحمض	القاعدة
أرهينوس	يزيد من تركيز H^+ عند إذابته في الماء	تزيد من تركيز OH^- عند إذابتها في الماء
برونستد-لوري	مانح لبروتون H^+ في تفاعلاته	مستقبل لبروتون H^+ في تفاعلاته
لويس	مستقبل لزوج من الإلكترونات غير الرابطة	مانح لزوج من الإلكترونات غير الرابطة

سؤال (١) صفحة ٢٥

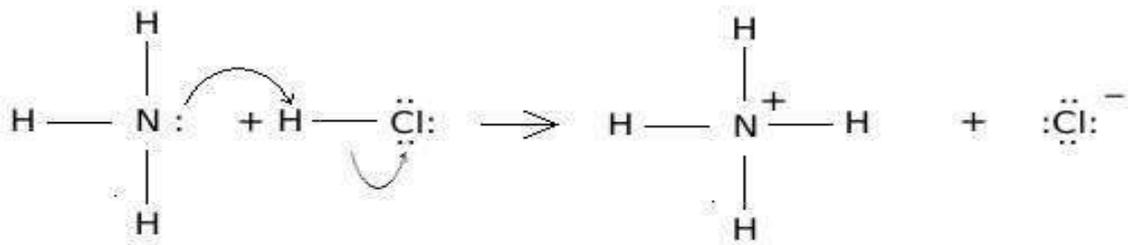
وضح المقصود بقاعدة لويس؟

قاعدة لويس: مادة قادرة على منح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة.

سؤال (٦) صفحة ٢٥

فسر مستعيناً بمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا NH_3 وفق مفهوم لويس؟

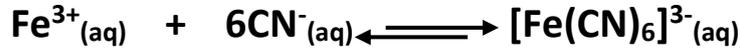
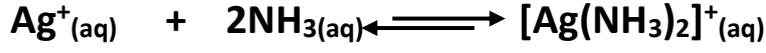
الإجابة:



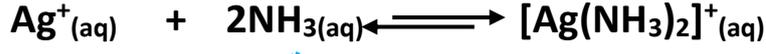
قاعدة تمنح زوج
لاكترونات غير الرابطة

حمض يستقبل زوج
الإلكترونات غير الرابطة

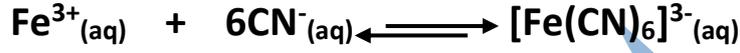
عين حمض لويس وقاعدته في التفاعلين الآتيين:



الإجابة:



حمض قاعدة

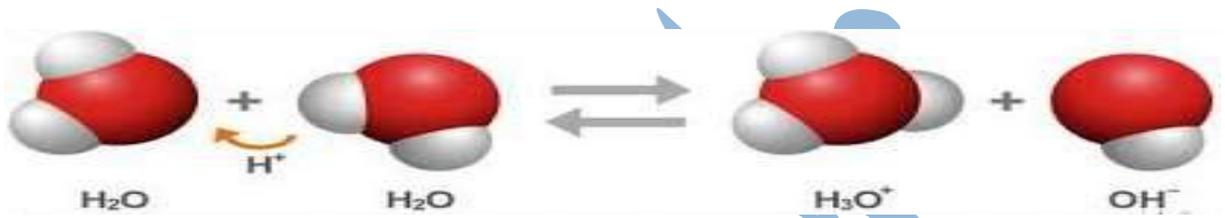


حمض قاعدة

التأين الذاتي للماء

- لقد ثبت علمياً أن الماء النقي موصل ضعيف جداً للتيار الكهربائي، وهذا دليل على وجود أيونات موجبة وسالبة مسؤولة عن ذلك. فما مصدر هذه الأيونات؟

إن مصدر هذه الأيونات هو التأين الذاتي للماء، حيث يمكن لجزيء الماء أن يمنح بروتوناً لجزيء الماء الآخر، وعندها يسلك أحدهما سلوك الحمض في حين يسلك الآخر سلوك القاعدة.



حيث يعبر عن ثابت الاتزان (K_c) للتأين الذاتي للماء كالتالي:

$$\frac{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]} = K_c$$

ولأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جداً، فإن تركيزه يعد ثابتاً، وبما أن ثابت الاتزان (K_c) يعود للماء فقط، فإنه يعبر عنه باستخدام الرمز (K_w) ويسمى ثابت تأين الماء. لتصبح العلاقة كما يلي:

$$[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$= 1.0 \times 10^{-14}$$

عند درجة حرارة 25°س

تستخدم هذه العلاقة لحساب تركيز أيون الهيدرونيوم، وأيون الهيدروكسيد في الماء، أو أي محلول آخر.

والآن ومن خلال ما سبق نتوصل إلى ما يلي:

- تعريف التآين الذاتي للماء: وهو سلوك بعض جزيئات الماء كحمض وبعضها كقاعدة في الماء النقي.

- تصنف المحاليل اعتماداً على تراكيز الأيونات (H_3O^+ ، OH^-) إلى ثلاثة أصناف وهي:

١- المحلول المتعادل: في هذا المحلول يكون $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$10^{-14} \times 1 = [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w \quad \blacktriangleleft$$

$$10^{-7} \times 1 = [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \blacktriangleleft$$

٢- المحلول الحمضي: في هذا المحلول يكون $[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \times 1 \text{ مول/لتر} \quad \blacktriangleleft$$

$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} \times 1 \text{ مول/لتر} \quad \blacktriangleleft$$

٣- المحلول القاعدي: في هذا المحلول يكون $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \times 1 \text{ مول/لتر} \quad \blacktriangleleft$$

$$[\text{OH}^-] < 10^{-7} \times 1 \text{ مول/لتر} \quad \blacktriangleleft$$

مثال احسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ إذا علمت أن $[\text{OH}^-] = 10^{-9} \text{ مول/لتر}$ ، ثم حدد نوع المحلول؟

$$[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$10^{-9} \times 1 = \frac{10^{-14} \times 1}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{مول/لتر}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ مول/لتر} \quad \blackleftarrow$ محلول قاعدي

نستنتج انه: كلما زاد $[\text{H}_3\text{O}^+]$ قل $[\text{OH}^-]$



- ☺ سؤال: ١) احسب $[OH^-]$ إذا علمت أن $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$ ، ثم حدد نوع المحلول؟
- ٢) احسب $[H_3O^+]$ إذا علمت أن $[OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ مول/لتر}$ ، ثم حدد نوع المحلول؟

مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١٨

اكمل الفراغات في الجدول الآتي، و صنف المحاليل فيه إلى حمضية أو قاعدية أو متعادلة:

رقم المحلول	$[H_3O^+]$ مول/لتر	$[OH^-]$ مول/لتر	طبيعة المحلول
١	1×10^{-4}		
٢		2×10^{-2}	
٣			متعادل

الإجابة:

رقم المحلول	$[H_3O^+]$ مول/لتر	$[OH^-]$ مول/لتر	طبيعة المحلول
١	1×10^{-4}	1×10^{-10}	حمضي
٢	5×10^{-12}	2×10^{-2}	قاعدي
٣	1×10^{-7}	1×10^{-7}	متعادل

محاليل الحموض والقواعد القوية

- عرفت سابقاً أن الحموض والقواعد القوية تتأين كلياً في الماء، للتحويل جميع جزيئات المادة الى أيونات موجبة وسالبة، وأن تفاعلاتها تكون غير منعكسة، لذلك:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{الحمض القوي}]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{القاعدة القوية}]$$

مثال احسب تركيز (H_3O^+ , OH^-) في محلول HCl تركيزه 1×10^{-6} مول/لتر؟
يعتبر الحمض HCl من الحموض القوية، ويتأين كلياً في الماء كما في المعادلة الآتية:



لذلك $[\text{HCl}] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-6}$ مول/لتر.

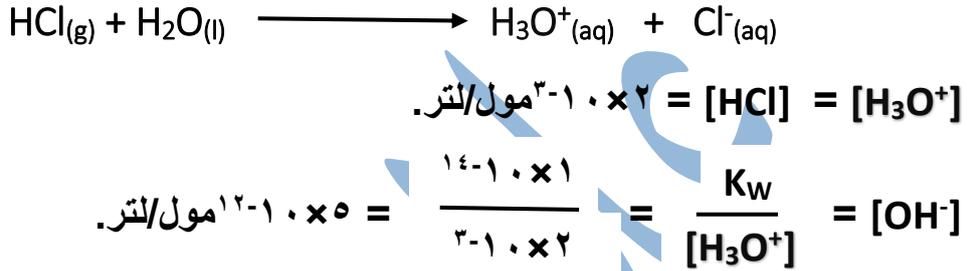
$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر.}$$

😊 سؤال: احسب تركيز (H_3O^+ , OH^-) في محلول KOH تركيزه 1×10^{-2} مول/لتر؟

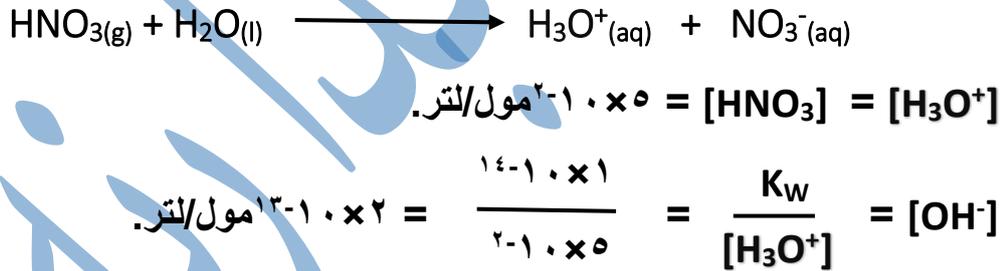
مساحة للإجابة

- احسب تركيز كل من $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{OH}^-)$ في كل من المحلولين الآتيين:
- ◀ محلول HCl تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر.
 - ◀ محلول HNO_3 تركيزه 5×10^{-2} مول/لتر.

الإجابة: ◀ يتأين حمض HCl كلياً في الماء، كما في المعادلة:



◀ يتأين حمض HNO_3 كلياً في الماء، كما في المعادلة:



- احسب تركيز كل من $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{OH}^-)$ في كل من المحلولين الآتيين:
- ◀ محلول KOH تركيزه 4×10^{-2} مول/لتر.
 - ◀ محلول LiOH حضر بإذابة $2,5 \times 10^{-4}$ مول منه في الماء؛ للحصول على محلول حجمه ١٠٠ مل.

الإجابة: ◀ تتأين قاعدة KOH كلياً في الماء، كما في المعادلة:



$$[OH^-] = [KOH] = 2 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-10}} = 5 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

◀ تتأين قاعدة LiOH كلياً في الماء، كما في المعادلة:



$$[LiOH] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{2,5 \times 10^{-4}}{0,1} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$[LiOH] = [OH^-] = 2,5 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2,5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-12} \text{ مول/لتر}$$

تركيز = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم (لتر)}}$ (1 لتر = 1000 مل)

عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$

الرقم الهيدروجيني pH

- يعد الرقم الهيدروجيني مقياساً لدرجة حموضة المحاليل المختلفة، ويعرّف كما يلي:

الرقم الهيدروجيني: هو اللوغاريتم السالب للأساس (١٠) لتركيز أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) في المحلول.

أي أن :

$$pH = - \log [H_3O^+]$$



نلاحظ من الشكل ما يلي:

- ١- الرقم الهيدروجيني pH يأخذ القيم من ٠ إلى ١٤
- ٢- إذا كانت قيمة $pH = ٧$ فإن المحلول متعادل.
- ٣- إذا كانت قيمة ($٧ > pH \geq ٠$) فإن الوسط حمضي.
- ٤- إذا كانت قيمة ($١٤ \geq pH > ٧$) فإن الوسط قاعدي.
- ٥- العلاقة عكسية بين حمضية المحلول وقيمة pH وهذا يعني أن حمضية المحلول تقل بزيادة قيمة pH.

كلما زادت قيمة $[H_3O^+]$ قلت قيمة pH

وهذا يعني أن العلاقة عكسية بين حمضية المحلول وقيمة pH



مثال احسب الرقم الهيدروجيني pH للماء النقي؟

في الماء النقي $[OH^-] = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ مول/لتر.

وبالتعويض في العلاقة $pH = -\log[H_3O^+]$

$$= -\log(1 \times 10^{-7})$$

$$= -(\log 1 + \log 10^{-7})$$

$$= 7 - 0 = 7 \text{ متعادل}$$

قواعد لو غاريمات مطلوبة

$$\log 1 = 0$$

$$\log 10 = 1$$

$$\log(s \times v) = \log s + \log v$$

$$\log 10^{\pm s} = \pm s = \log 10^{\pm s}$$

😊 سؤال: احسب قيمة pH لمحلول فيه $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}$ مول/لتر؟

مساحة للإجابة

مثال احسب قيمة pH لمحلول فيه $[OH^-] = 1 \times 10^{-5}$ مول/لتر؟

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1 \times 10^{-9}) = 9 \text{ قاعدي}$$

😊 سؤال: احسب قيمة pH لمحلول فيه $[OH^-] = 0,01$ مول/لتر؟

مساحة للإجابة

مثال احسب قيمة pH لمحلول HNO_3 تركيزه 1×10^{-1} مول/لتر؟

يتأين حمض HNO_3 كلياً في الماء، كما في المعادلة:



لأن HNO_3 حمض قوي فإن $[HNO_3] = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-1}$ مول/لتر.

وبالتعويض في العلاقة $pH = -\log[H_3O^+]$

$$= -\log(1 \times 10^{-1})$$

$$= -(\log 1 + \log 10^{-1})$$

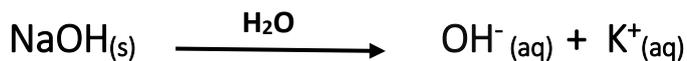
$$= 0 - 1 = -1 = 1 = 0 = \text{حمضي}$$

😊 سؤال: احسب قيمة pH لمحلول HBr تركيزه 2×10^{-1} مول/لتر؟ "علماً أن $\log 2 = 0,3$ "

مساحة للإجابة

مثال

احسب قيمة pH لمحلول NaOH تركيزه 4×10^{-3} مول/لتر؟



$$[OH^{-}] = [NaOH] = 4 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^{+}] = \frac{K_w}{[OH^{-}]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^{-12} \text{ مول/لتر.}$$

وبالتعويض في العلاقة $pH = -\log[H_3O^{+}]$

$$= -\log(2,5 \times 10^{-12})$$

$$= -(\log 2,5 + \log 10^{-12})$$

$$= 12 - \log 2,5 = 12 - 0,4 = 11,6 \text{ قاعدي}$$

😊 سؤال: احسب قيمة pH لمحلول LiOH تركيزه 2×10^{-4} مول/لتر؟ "علماً أن $pH = 0,7$ "

مساحة للإجابة

حساب تركيز (OH^- و H_3O^+) بمعرفة (pH)

ادرس المثال الآتي لمعرفة كيفية حساب $[\text{OH}^-]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ اذا كانت قيمة pH معلومة :

مثال

احسب تركيز (OH^- و H_3O^+) لمحلول حمضي قيمة pH له تساوي ٥ ؟

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} = 1 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

سؤال ٩: احسب تركيز (OH^- و H_3O^+) لمحلول قاعدي قيمة pH له تساوي ٩ ؟

مساحة للإجابة

مثال احسب تركيز (OH^- و H_3O^+) لمحلول حمضي قيمة pH له تساوي ٣,٣ ؟ (لو = ٥,٧)

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,3} = 1 \times 10^{-3,3} = 1 \times 10^{-(3+0,3)} = 1 \times 10^{-3} \times 10^{-0,3} = 1 \times 10^{-3} \times 0,5 = 5 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{-11} \text{ مول/لتر}$$

سؤال: احسب تركيز (H_3O^+ و OH^-) لمحلول قاعدي قيمة pH له تساوي 9,3 ؟ (لو=5,7) ؟

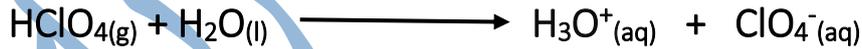
أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ٢٣

- ❖ احسب الرقم الهيدروجيني (pH) لكلا المحلولين الآتيين:
 - ◀ حمض البيروكلوريك $HClO_4$ الذي تركيزه $1,5 \times 10^{-2}$ مول/لتر.
 - ◀ حمض HBr الذي تركيزه 3×10^{-3} مول/لتر.
- علماً أن لو=1,5 و لو=0,18 و لو=3,5
- ❖ بين أي المحلولين أكثر حمضية؟

الإجابة:

◀ يتأين حمض $HClO_4$ كلياً في الماء، كما في المعادلة:



لأن $HClO_4$ حمض قوي فإن $[HClO_4] = [H_3O^+] = 1,5 \times 10^{-2}$ مول/لتر.

وبالتعويض في العلاقة $pH = -\log[H_3O^+]$

$$= -\log(1,5 \times 10^{-2})$$

$$= -(1,5 + \log 10^{-2})$$

$$= 2 - 1,5 = 0,5$$

◀ يتأين حمض HBr كلياً في الماء، كما في المعادلة:



لأن HBr حمض قوي فإن $[HBr] = [H_3O^+] = 3 \times 10^{-3}$ مول/لتر.

وبالتعويض في العلاقة $pH = -\log[H_3O^+]$

$$= -\log(3 \times 10^{-3})$$

$$= -(\log 3 + \log 10^{-3})$$

$$= 3 - \log 3 = 3 - 0,5 = 2,5$$

❖ حمض $HClO_4$ أكثر حمضية لأن pH له أقل.



سؤال صفحة ٢٤

إذا علمت أن قيمة pH لعينة دم الإنسان = ٧,٤ ، فما تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في دمه؟ علماً بأن $\log 4 = 0,6$

الإجابة:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-7,4} = 10^{-(7+0,4)} = 10^{-7} \times 10^{-0,4} = 10^{-7} \times 0,4 = 4 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر}$$



سؤال (١) صفحة ٢٥

وضح المقصود بالرقم الهيدروجيني (pH)؟

الإجابة:

الرقم الهيدروجيني (pH): هو اللوغاريتم السالب للأساس (١٠) لتركيز أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) في المحلول.



سؤال (١٠) صفحة ٢٦

تم إذابة ٠,٨١ غ من HBr في الماء فتكون محلول حجمه ٥٠٠ مل. احسب pH للمحلول،

علماً بأن الكتلة المولية لـ HBr = ٨١ غ/مول، $\log 2 = 0,3$

الإجابة:

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{0,81}{81} = 0,01 \text{ مول}$$

يتبع الحل....

$$[HBr] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم (لتر)}} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 \text{ مول/لتر.}$$

$$[HBr] = [H_3O^+] = 2 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$1,7 = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0,3 = 1,7$$



سؤال (١١) صفحة ٢٦

احسب كتلة KOH اللازمة لتحضير محلول حجمه لتر، والرقم الهيدروجيني له ١٢,٣،
علماً بأن الكتلة المولية لـ KOH = ٥٦ غ/مول، لـ ٥ = ٠,٧

الإجابة:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$= 10^{-12,3} = 10^{-13} \times 10^{0,7} = 10^{-13} \times 0,71 = 7,1 \times 10^{-14} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{7,1 \times 10^{-14}} = 1,4 \text{ مول/لتر.}$$

$$[KOH] = [OH^-] = 0,02 \text{ مول/لتر}$$

$$[KOH] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم (لتر)}} \leftarrow \text{عدد المولات} = [KOH] \times \text{الحجم} = 0,02 \times 1 = 0,02 \text{ مول}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} \leftarrow \text{الكتلة} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0,02 \times 56 = 1,12 \text{ غ}$$

تطبيقات حياتية

لنبات القرتاسيا أزهار متعددة الألوان تتغير بتغير درجة حموضة التربة التي تنبت فيها كما يلي:

- ١- التربة الحمضية ($pH > 6$): يكون لونها أزرق ، لأنها تستطيع أن تمتص الالمنيوم.
- ٢- التربة القاعدية ($pH < 7$): يكون لونها زهري ، لأنها لا تستطيع أن تمتص الالمنيوم.

كيف يمكننا أن نتحكم في الرقم الهيدروجيني للتربة؟؟؟

- ١- إضافة كربونات الكالسيوم(الكلس): حيث تعمل على رفع الرقم الهيدروجيني للتربة؛ فتزداد القاعدية للتربة فنحصل على نبات بلون الزهري.
- ٢- إضافة كبريتات الالمنيوم والقليل من الخل مع ماء الري: فتعمل على تقليل الرقم الهيدروجيني للتربة؛ فتزداد الحامضية للتربة، وبذلك نحصل على نبات بلون الأزرق.

😊 سؤال: لون نبات القرتاسيا في التربة الحمضية أزرق. فسر ذلك؟

للإجابة
مساحة

😊 سؤال: نحصل على نبات قرتاسيا لونه زهري بإضافة الكلس. فسر ذلك؟

للإجابة
مساحة





الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

Acid-Base Equilibria

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- 1- توضّح مفهوم كل من الملح، والتميه، والأيون المشترك، والمحلل المنظم.
- 2- تجري حسابات تتعلق بالاتزان في المحاليل المائية للحموض والقواعد الضعيفة.
- 3- تميّز بين الذوبان والتميه.
- 4- تفسر التأثير الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح.
- 5- توظف مهاراتك الرياضية في الحسابات المتعلقة بتأثير الأيون المشترك، والمحلل المنظم.
- 6- تفسر آلية عمل المحلول المنظم، وتقدر أهميته في الحياة.

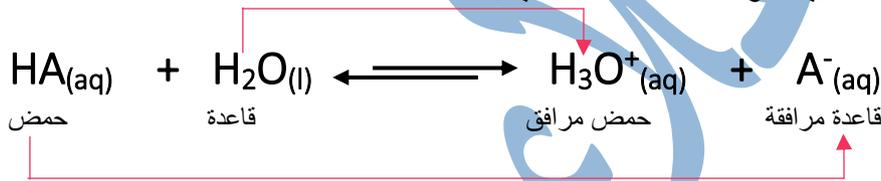
الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

- تعرفنا في الفصل السابق أن الحموض تقسم إلى قسمين:
- 1- حموض قوية: تتأين كلياً في الماء، ويكون تفاعلها غير منعكس.
 - 2- حموض ضعيفة: تتأين جزئياً في الماء، ويكون تفاعلها منعكساً.
- كما عرفنا أيضاً أن تركيز الحمض القوي يساوي تركيز أيون الهيدرونيوم

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{الحمض القوي}]$$

والسؤال الآن كيف نحسب تركيز الحمض الضعيف.

يتأين الحمض الضعيف وفقاً للمعادلة الآتية:



حيث يعبر عن ثابت الاتزان (K_c) لهذا التفاعل كالتالي:

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]} = K_c$$

وبما أن الماء يتأين بدرجة ضعيفة جداً، يمكن اعتبار تركيزه ثابتاً، ومع دمج هذا الثابت مع (K_c) يصبح الرمز للثابت الجديد (K_a) ويسمى بثابت تأين الحمض الضعيف، ويعبر عنه كما يلي:

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = K_a$$

من خلال هذه العلاقة نستنتج:

كلما زادت قيمة (K_a) زادت قوة الحمض وقلت قوة القاعدة المرافقة وزادت القدرة على تكوين أيون H_3O^+ وبالتالي يزداد $[\text{H}_3\text{O}^+]$ وقلت قيمة pH .



يبين الجدول الآتي قيم ثابت التأيين (K_a) لبعض الحموض الضعيفة

اسم الحمض	صيغة الحمض	K_a
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	$1,5 \times 10^{-2}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$7,2 \times 10^{-4}$
حمض النيتريت	HNO_2	4×10^{-4}
حمض الميثانويك	HCOOH	$1,7 \times 10^{-4}$
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	$6,5 \times 10^{-5}$
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	$1,8 \times 10^{-5}$
حمض الكربونيك	H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$
حمض الهيبيكلوريت	HOCl	$3,5 \times 10^{-8}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	$6,2 \times 10^{-10}$

يبين الجدول الآتي، مجموعة من الحموض الضعيفة وقيم K_a لها، ادرسه جيدا ثم أجب عما يليه:

مثال

صيغة الحمض	K_a
HCN	$6,2 \times 10^{-10}$
H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$
HF	$7,2 \times 10^{-4}$
HNO_2	4×10^{-4}

- اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل من هذه الحموض؟
- رتب الحموض في الجدول حسب قوتها؟
- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف؟ وصيغة الحمض الأضعف؟
- أي الحمضين الآتين (HCN, HF) لها أعلى قيمة pH؟
- أي محاليل الحموض تركيز OH^- فيه أقل؟

الحل:

- $NO_2^- / F^- / HCO_3^- / CN^-$
- نبدأ من أعلى K_a ($HF > HNO_2 > H_2CO_3 > HCN$)
- القاعدة المرافقة الأضعف يكون حمضها الأقوى أي أعلى K_a وهي F^- الحمض الأضعف يمتلك أقل قيمة K_a وهو HCN
- الحمض الذي له أعلى قيمة pH يمتلك أقل قيمة K_a وهو HCN
- الحمض الذي له أقل $[OH^-]$ يمتلك أعلى K_a وهو HF

سؤال: يبين الجدول الآتي، مجموعة من الحموض الضعيفة وقيم K_a لها، ادرسه جيدا ثم أجب عما يليه:

الحمض	K_a
HA	1×10^{-6}
HB	1×10^{-9}
HC	1×10^{-3}
HD	1×10^{-1}

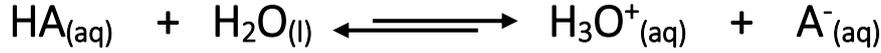
- 1- اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل هذه الحموض؟
- 2- رتب هذه الحموض حسب قوتها؟
- 3- اكتب صيغة الحمض الأضعف؟ وصيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟
- 4- أي الحمضيين الآتيين (HB, HD) له أقل قيمة pH؟
- 5- أي محاليل الحموض تركيز OH^- فيه أعلى؟

مساحة للإجابة

علاء بدارنة

حساب الرقم الهيدروجيني (pH) لمحاليل الحموض الضعيفة

أولاً: نكتب معادلة تأين الحمض في الماء.



ثانياً: نقوم بكتابة التغير في التراكيز لكل مادة (ماعداء الماء) في بداية التفاعل، والتغير خلال التفاعل، حتى الوصول إلى حالة الاتزان.

HA	+	H ₂ O	↔	A ⁻	+	H ₃ O ⁺	
ص				صفر		صفر	التركيز عند البداية
- س				+ س		+ س	التغير في التركيز
ص - س				س		س	التركيز عند الاتزان

ثالثاً: نقوم بكتابة قانون ثابت التآين للحمض الضعيف، ومن ثم بتعويض القيم المعطاة، وحساب [H₃O⁺]

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = K_a$$

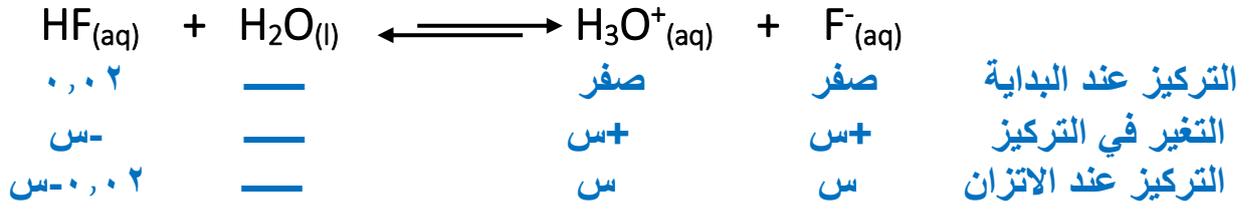
رابعاً: نقوم بتعويض قيمة [H₃O⁺] في قانون الرقم الهيدروجيني.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

بما ان المحلول حمضي فيجب أن تكون قيمة pH أقل من 7

مثال

احسب قيمة pH لمحلول حمض HF تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر.
 " علماً أن $K_a = 1.0 \times 10^{-4}$ ، $pK_a = 3.3$ "



نلاحظ أن $[F^-] = [H_3O^+] = س$

$[HF] = ٠,٠٢ - س$ تهمل لأن قيمتها صغيرة جداً

بسبب صغر قيمة K_a للحمض، فإن قيمة س تكون صغيرة جداً، فيمكن إهمالها في عمليتي الجمع والطرح وعليه يكون:

$[HF] = [HF]_{\text{الابتدائي}} = ٠,٠٢$ مول/لتر.

نقوم بالتعويض في قانون ثابت تأين الحمض الضعيف على النحو الآتي:

$$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = K_a$$

$$\frac{س^2}{٠,٠٢} = 1.0 \times 10^{-4}$$

$$س^2 = 1.0 \times 10^{-4} \times ٠,٠٢$$

$$س^2 = 2.0 \times 10^{-6}$$

وبأخذ الجذر التربيعي س = 1.0×10^{-3} مول/لتر ← $[H_3O^+] = س$

في النهاية نقوم بتعويض قيمة $[H_3O^+]$ في قانون الرقم الهيدروجيني

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$= -\log(1.0 \times 10^{-3})$$

$$= -(3 - 3 + ٠,٣)$$

$$= 3 - ٠,٣ = ٢,٧$$

لاحظ أن قيمة pH المحسوبة أقل من ٧ لأن المحلول حمضي

سؤال: احسب قيمة pH لمحلول حمض HCN تركيزه ٠,٠٠٠٦ مول/لتر .
(علماً أن قيمة $K_a = 10^{-10}$ ، لو $p = 7.8$)

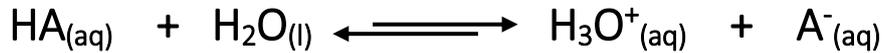
مساحة للإجابة

سؤال: احسب قيمة pH لمحلول حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه ٠,٠٠٢ مول/لتر
(علماً أن قيمة $K_a = 10^{-5}$ ، لو $p = 3$)

مساحة للإجابة

← حساب قيمة K_a بمعرفة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحاليل الحموض الضعيفة →

أولاً: نكتب معادلة تأين الحمض في الماء.



ثانياً: نحسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ من قانون الرقم الهيدروجيني على النحو:

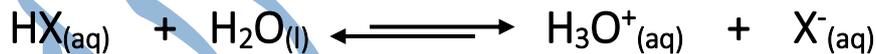
$$10^{-\text{pH}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{حيث } [\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

ثالثاً: نقوم بكتابة قانون ثابت التآين للحمض الضعيف، ومن ثم بتعويض القيم المعطاة، وحساب K_a

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = K_a$$

مثال محلول حمض ضعيف (HX) تركيزه 0.4 مول/لتر ، ورقمه الهيدروجيني 4 ، احسب قيمة K_a لهذا المحلول؟



$$10^{-\text{pH}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

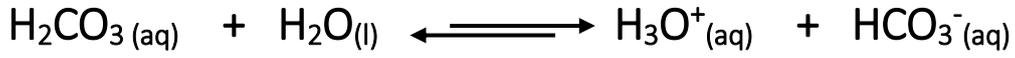
$$10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-4} \times 1 = [\text{X}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{10^{-4} \times 1 \times 10^{-4} \times 1}{1 - 10^{-4} \times 4} = \frac{[\text{X}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HX}]} = K_a$$

$$10^{-8} \times 2,5 =$$

مثال
محلول حمض ضعيف (H_2CO_3) تركيزه $0,009$ مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني $4,2$ ،
احسب قيمة K_a لهذا المحلول. (علماً أن $6,3 = 0,8$)



$$pH - 1,0 = [H_3O^+]$$

$$4,2 - 1,0 = [H_3O^+]$$

$$0,009 \times 6,3 = 0,009 \times 0,810 = 0,00729 = [H_3O^+]$$

$$0,009 \times 6,3 = [HCO_3^-] = [H_3O^+]$$

$$\frac{0,009 \times 6,3 \times 0,009 \times 6,3}{0,009 \times 9} = \frac{[HCO_3^-][H_3O^+]}{[H_2CO_3]} = K_a$$

$$7,10 \times 4,4 =$$

سؤال: احسب قيمة K_a لمحلول حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه $0,3$ مول/لتر،
وقيمة pH له تساوي $2,88$. (علماً أن $1,32 = 0,12$)

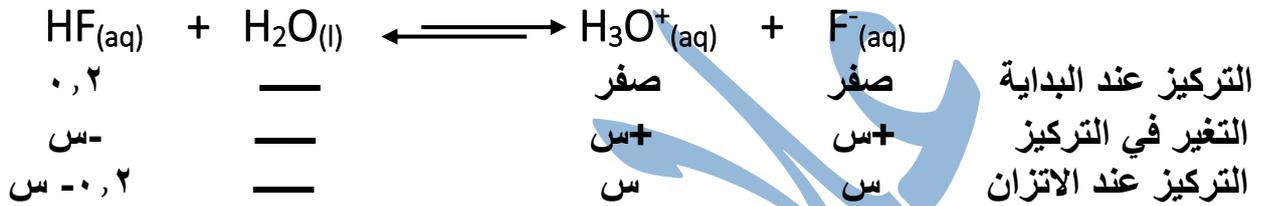
مساحة للإجابة



❖ بالرجوع الى جدول قيم ثابت تأين الحموض الضعيفة أجب عن الأسئلة الآتية:

- ◀ احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول HF الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر. لو ١,٢ = ٠,٠٨.
- ◀ احسب تركيز محلول حمض HNO₂ الذي رقمه الهيدروجيني ٢,٤، علماً بأن لو ٤ = ٠,٦.
- ◀ احسب قيمة K_a لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني يساوي ٤.

الإجابة: ◀ يتأين حمض HF في الماء كما في المعادلة الآتية:



$$س = [F^-] = [H_3O^+]$$

$$س - ٠,٢ = [HF]$$

تُهمل لأن قيمتها صغيرة جداً

$$[HF] \text{ عند الاتزان} = [HF] \text{ الابتدائي} = ٠,٢ \text{ مول/لتر.}$$

$$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = K_a$$

$$\frac{س^2}{٠,٢} = ٧,٢ \times ١٠^{-٤}$$

$$س^2 = ١,١ \times ٢ \times ١٠^{-٤} \times ٧,٢$$

$$س^2 = ١,٤٤ \times ١٠^{-٤}$$

وبأخذ الجذر التربيعي س = ١,٢ × ١٠^{-٢} مول/لتر ← س = [H₃O⁺]

في النهاية نقوم بتعويض قيمة [H₃O⁺] في قانون الرقم الهيدروجيني

$$pH = - \text{لو} [H_3O^+]$$

$$= - \text{لو} ١,٢ \times ١٠^{-٢}$$

$$= - (١,٢ \text{ لو} + ٢ \text{ لو} ١٠^{-٢})$$

$$= ٢ - ١,٢ \text{ لو} ١٠^{-٢} = ١,٩٢$$

◀ لحساب $[HNO_2]$ نحسب أولاً $[H_3O^+]$ من خلال pH كما يلي :

$$pH - 1.0 = [H_3O^+]$$

$$2.4 - 1.0 = [H_3O^+]$$

$$3^{-1.0} \times 4 = 3^{-1.0} \times 0.61 = 3^{-(3+2.4-1.0)} = [H_3O^+]$$

$$3^{-1.0} \times 4 = [NO_2^-] = [H_3O^+]$$

$$\frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]} = K_a$$

$$0.04 = [HNO_2] \quad \frac{3^{-1.0} \times 4 \times 3^{-1.0} \times 4}{[HNO_2]} = 4^{-1.0} \times 4$$

◀ لحساب قيمة K_a نحسب أولاً $[H_3O^+]$ من خلال pH كما يلي :

$$pH - 1.0 = [H_3O^+]$$

$$4 - 1.0 = [H_3O^+]$$

$$4^{-1.0} \times 1 = [Z^-] = [H_3O^+]$$

$$\frac{4^{-1.0} \times 1 \times 4^{-1.0} \times 1}{1 - 1.0 \times 2} = \frac{[Z^-][H_3O^+]}{[HZ]} = K_a$$

$$8^{-1.0} \times 5 =$$

سؤال (٧) صفحة ٥٢
احسب قيمة pH لمحلول حمض HX تركيزه ٠,٢ مول/لتر. علماً بأن $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$.

الإجابة: $[X^-] = [H_3O^+]$

$$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = K_a$$

$$\frac{s}{0.2} = 1.0 \times 10^{-5}$$

$$s = 2 \times 10^{-6} = [H_3O^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 2 \times 10^{-3} = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$$

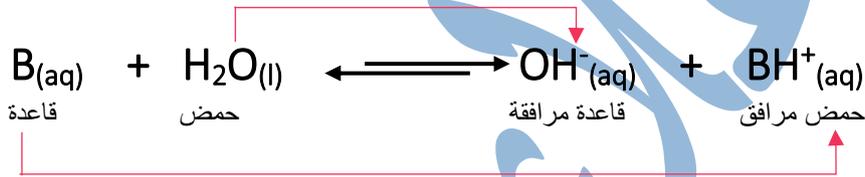
الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

- كما تعرفنا في الفصل السابق أن القواعد تقسم إلى قسمين:
- 1- قواعد قوية: تتأين كلياً في الماء، ويكون تفاعلها غير منعكس.
 - 2- قواعد ضعيفة: تتأين جزئياً في الماء، ويكون تفاعلها منعكساً.
- كما عرفنا أيضاً أن تركيز القاعدة القوية يساوي تركيز أيون الهيدروكسيد

$$[\text{OH}^-] = [\text{القاعدة القوية}]$$

والسؤال الآن كيف نحسب تركيز القاعدة الضعيفة.

تتأين القاعدة الضعيفة وفقاً للمعادلة الآتية:



حيث يعبر عن ثابت الاتزان (K_c) لهذا التفاعل كالتالي:

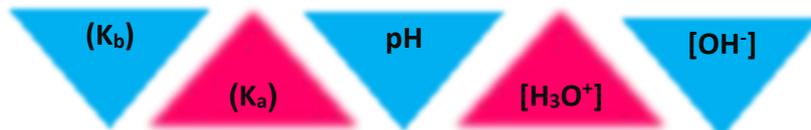
$$\frac{[\text{OH}^-][\text{BH}^+]}{[\text{B}][\text{H}_2\text{O}]} = K_c$$

وبما أن الماء يتأين بدرجة ضعيفة جداً، يمكن اعتبار تركيزه ثابتاً، ومع دمج هذا الثابت مع (K_c) يصبح الرمز للثابت الجديد (K_b) ويسمى بثابت تأين القاعدة الضعيفة، ويعبر عنه كما يلي:

$$\frac{[\text{OH}^-][\text{BH}^+]}{[\text{B}]} = K_b$$

من خلال هذه العلاقة نستنتج:

كلما زادت قيمة (K_b) زادت قوة القاعدة وقلت قوة الحمض المرافق وزادت القدرة على تكوين أيون OH^- وبالتالي يزداد $[\text{OH}^-]$ وزادت قيمة pH .



يبين الجدول الآتي قيم ثابت التأيين (K_b) لبعض القواعد الضعيفة

اسم القاعدة	الصيغة القاعدة	K_b
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	$6,6 \times 10^{-4}$
ميثيل أمين	CH_3NH_2	$4,4 \times 10^{-4}$
أمونيا	NH_3	$1,8 \times 10^{-5}$
هيدرازين	N_2H_4	$1,3 \times 10^{-6}$
بيريدين	C_5H_5N	$1,7 \times 10^{-9}$
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	$3,8 \times 10^{-10}$

يبين الجدول الآتي، مجموعة من القواعد الضعيفة وقيم K_b لها، ادرسه جيدا ثم أجب عما يليه:

مثال

K_b	صيغة القاعدة
$1,8 \times 10^{-5}$	NH_3
$1,7 \times 10^{-9}$	C_5H_5N
$4,4 \times 10^{-4}$	CH_3NH_2
$1,3 \times 10^{-6}$	N_2H_4

- اكتب صيغة الحمض المرافق لكل من هذه القواعد؟
- رتب القواعد في الجدول حسب قوتها؟
- اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف؟ وصيغة القاعدة الأضعف؟
- أي القاعدتين الآتيتين (N_2H_4, NH_3) لها أعلى قيمة pH؟
- أي محاليل القواعد تركيز H_3O^+ فيه أقل؟

الحل:

- $N_2H_5^+ / CH_3NH_3^+ / C_5H_5NH^+ / NH_4^+$
- نبدأ من أعلى K_b ($C_5H_5N < N_2H_4 < NH_3 < CH_3NH_2$)
- الحمض المرافق الأضعف تكون قاعدته الأقوى أي أعلى K_b وهي $CH_3NH_3^+$ القاعدة الأضعف تمتلك أقل قيمة K_b وهي C_5H_5N
- القاعدة التي لها أعلى قيمة pH تمتلك أعلى قيمة K_b وهي NH_3
- القاعدة التي لها أقل $[H_3O^+]$ تمتلك أعلى K_b وهي CH_3NH_2

٢٠ سؤال: يبين الجدول الآتي، مجموعة من القواعد الضعيفة وقيم K_b لها، ادرسه جيدا ثم أجب عما يليه:

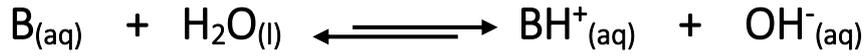
K_b	القاعدة
1×10^{-6}	A^-
1×10^{-9}	B^-
1×10^{-3}	C^-
1×10^{-1}	D^-

- ١- اكتب صيغة الحمض المرافق لكل من هذه القواعد؟
- ٢- رتب هذه القواعد حسب قوتها؟
- ٣- اكتب صيغة القاعدة الأضعف؟ وصيغة الحمض المرافق الأقوى؟
- ٤- أي القاعدتين الآتيتين (B^- , D^-) له أقل قيمة pH؟
- ٥- أي محاليل القواعد تركيز H_3O^+ فيه أعلى؟

مساحة للإجابة

حساب الرقم الهيدروجيني (pH) لمحاليل القواعد الضعيفة

أولاً: نكتب معادلة تأين القاعدة في الماء.



ثانياً: نقوم بكتابة التغير في التراكيز لكل مادة (معدا الماء) في بداية التفاعل، والتغير خلال التفاعل ، حتى الوصول إلى حالة الاتزان.

B	+	H ₂ O	↔	BH ⁺	+	OH ⁻	
ص				صفر		صفر	قبل الاتزان
ص - ص				ص		ص	عند الاتزان

$$\frac{[OH^-][BH^+]}{[H_2O][B]} = K_c$$

ثالثاً: نقوم بكتابة قانون ثابت التأيّن للقاعدة الضعيفة، ومن ثم بتعويض القيم المعطاة، وحساب [OH⁻]

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

رابعاً: نقوم بحساب تركيز H₃O⁺ من خلال قانون ثابت تأين الماء.

$$[OH^-][H_3O^+] = K_w$$

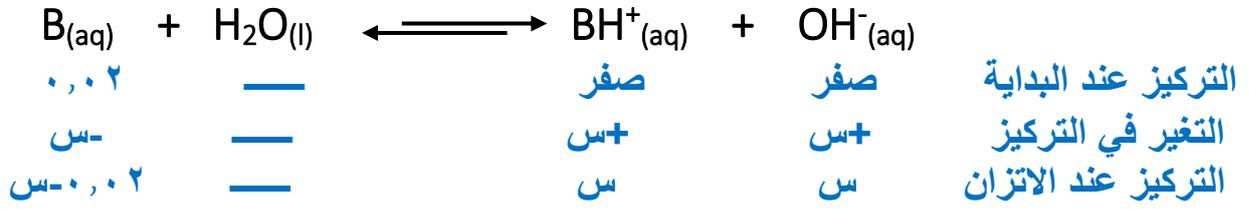
خامساً: نقوم بتعويض قيمة [H₃O⁺] في قانون الرقم الهيدروجيني.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

بما ان المحلول قاعدي فيجب أن تكون قيمة pH أكبر من 7

مثال

احسب قيمة pH لمحلول قاعدة B تركيزه 0,02 مول/لتر.
" علماً أن $K_b = 2 \times 10^{-6}$ ، $pK_b = 5,7$ "



نلاحظ أن $[BH^+] = [OH^-] = س$

$$[B] = 0,02 - س$$

تُهمل لأن قيمتها صغيرة جداً

بسبب صغر قيمة K_b للقاعدة، فإن قيمة $س$ تكون صغيرة جداً، فيمكن إهمالها في عمليتي الجمع والطرح وعليه يكون:

$$[B] \text{ عند الاتزان} = [B] \text{ الابتدائي} = 0,02 \text{ مول/لتر.}$$

نقوم بالتعويض في قانون ثابت تأين القاعدة الضعيفة على النحو الآتي:

$$\frac{[OH^-][BH^+]}{[B]} = K_b$$

$$\frac{س^2}{0,02} = 2 \times 10^{-6}$$

$$س^2 = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2}$$

$$س^2 = 4 \times 10^{-8}$$

$$\text{وبأخذ الجذر التربيعي } س = 2 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر} \leftarrow [OH^-] = س$$

نقوم الآن بإيجاد $[H_3O^+]$ من خلال:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} \text{ مول/لتر.}$$

في النهاية نقوم بتعويض قيمة $[H_3O^+]$ في قانون الرقم الهيدروجيني

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$= -\log 5 \times 10^{-11}$$

$$= 11 - \log 5 = 11 - 0,7 = 10,3$$

لاحظ أن قيمة pH المحسوبة أكبر من 7 لأن المحلول قاعدي

٢٠ سؤال: احسب قيمة pH لمحلول قاعدة H_2N_4 تركيزه ٠,٠٤ مول/لتر .
(علماً أن قيمة $K_b = 1 \times 10^{-1}$)

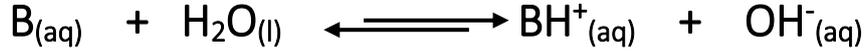
مساحة للإجابة

٢١ سؤال: احسب قيمة pH لمحلول قاعدة NH_3 تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر
(علماً أن قيمة $K_b = 2 \times 10^{-5}$ ، $pK_a = 9,7$)

مساحة للإجابة

حساب قيمة K_b بمعرفة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحاليل القواعد الضعيفة

أولاً: نكتب معادلة تأين القاعدة في الماء.



ثانياً: نحسب $[H_3O^+]$ من قانون الرقم الهيدروجيني على النحو:

$$pH - 10 = [H_3O^+]$$

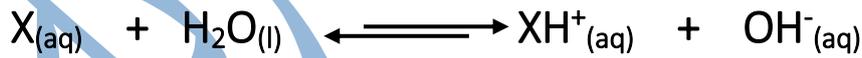
ثالثاً: نحسب $[OH^-]$ من قانون ثابت تأين الماء

$$[OH^-][H_3O^+] = K_w$$

رابعاً: نقوم بكتابة قانون ثابت التآين للقاعدة الضعيفة، ومن ثم بتعويض القيم المعطاة، وحساب K_b

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

مثال محلول قاعدة ضعيفة (X) تركيزه 0,4 مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني 8، احسب قيمة K_b لهذا المحلول؟



$$pH - 10 = [H_3O^+]$$

$$8 - 10 = [H_3O^+]$$

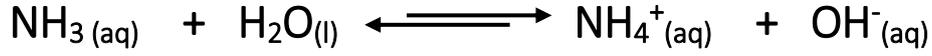
$$10^{-10} \times 1 = \frac{10^{-10} \times 1}{10^{-10} \times 1} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$\frac{10^{-10} \times 1 \times 10^{-10} \times 1}{10^{-10} \times 1} = \frac{[OH^-][XH^+]}{[X]} = K_b$$

$$10^{-10} \times 2,5 =$$

مثال

محلول قاعدة ضعيفة (NH_3) تركيزه $0,009$ مول/لتر ، ورقمه الهيدروجيني $8,2$ ، احسب قيمة K_b لهذا المحلول. (علماً أن $\text{pH} = 6,3$ ، $\text{pOH} = 7,7$)



$$\text{pH} = 8,2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8,2}$$

$$\text{pOH} = 7,7 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-7,7}$$

$$10^{-9,1} \times 6,3 = 10^{-9,1} \times 0,009 = 10^{-(9+8,2)-10} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-6,1} \times 1,6 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9,1} \times 6,3} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{10^{-6,1} \times 1,6 \times 10^{-6,1} \times 1,6}{10^{-9,1} \times 9} = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = K_b$$
$$10^{-10,1} \times 2,84 =$$

سؤال: احسب قيمة K_a لمحلول حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه $0,3$ مول/لتر ، وقيمة pH له تساوي $2,88$. (علماً أن $\text{pH} = 1,32$ ، $\text{pOH} = 12,68$)

مساحة للإجابة

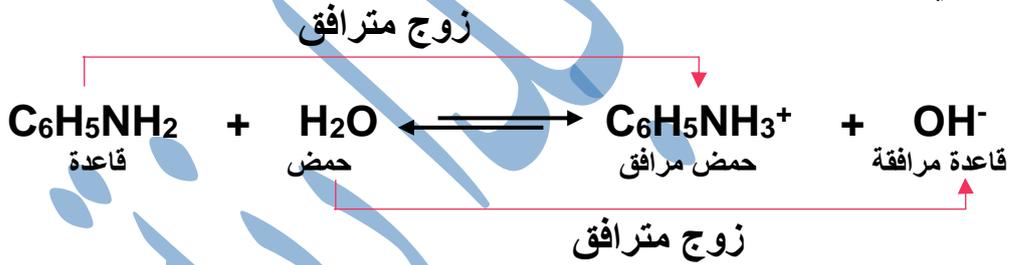
أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ٣٣

- ❖ بالرجوع الى جدول قيم ثابت تأين القواعد الضعيفة أجب عن الأسئلة الآتية:
- ◀ أيهما أقوى: القاعدة NH_3 أم القاعدة N_2H_4 ؟
 - ◀ اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف في الجدول.
 - ◀ حدد الأزواج المترافقة في محلول القاعدة الأضعف.
 - ◀ أي المحلولين يكون تركيز OH^- فيه أعلى: محلول الأمونيا NH_3 ، أم محلول البيريدين $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ، إذا كان لهما التركيز نفسه؟
 - ◀ أي المحلولين رقمه الهيدروجيني أقل: أهو محلول ميثيل أمين، أم محلول الهيدرازين، إذا كان لهما التركيز نفسه؟

الإجابة:

- ◀ القاعدة الأقوى هي: القاعدة NH_3 .
- ◀ الحمض المرافق الأضعف في الجدول هو $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$.
- ◀ الأزواج المترافقة في محلول القاعدة الأضعف:

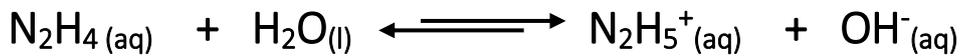


- ◀ المحلول الذي يكون فيه تركيز OH^- أعلى، هو: محلول الأمونيا NH_3 .
- ◀ المحلول الذي له رقم هيدروجيني أقل هو: محلول الهيدرازين.

سؤال صفحة ٣٥

كم غراماً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه ٠,٢ لتر، ورقمه الهيدروجيني ٨,٠,٨، علماً بأن K_b للهيدرازين = $1,3 \times 10^{-6}$ ، والكتلة المولية له = 32 غ/مول ، و $1,6 = 10^{-2}$.

الإجابة:



يتبع الإجابة.....

$$\text{pH} = 10 = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-10} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-10} \times 1,6 = 10^{-10} \times 0,21 = 10^{-(10+0,8)} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-10} \times 1,6 = \frac{10^{-14}}{10^{-10} \times 1,6} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$10^{-10} \times 1,6 = [\text{N}_2\text{H}_4] = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{10^{-10} \times 1,6 \times 10^{-10} \times 1,6}{10^{-10} \times 1,6} = \frac{[\text{OH}^-][\text{N}_2\text{H}_5^+]}{K_b} = [\text{N}_2\text{H}_4]$$

$$= 0,28 \text{ مول/لتر.}$$

عدد المولات = التركيز × الحجم

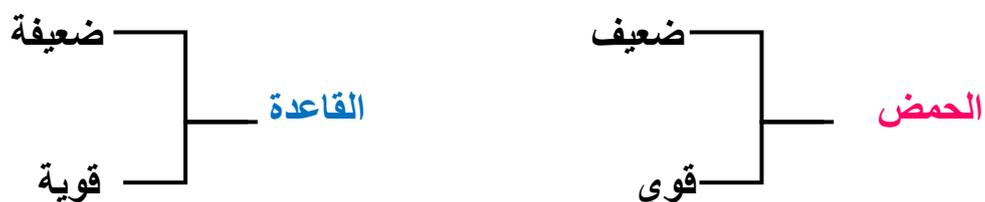
$$0,056 \text{ مول} = 0,2 \times 0,28 =$$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$= 0,056 \times 32 = 1,792 \text{ غ}$$

الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

يتكون الملح من تعادل الحمض مع القاعدة



الحمض القوي + القاعدة القوية ← ملح متعادل
 الحمض القوي + القاعدة الضعيفة ← ملح حمضي
 الحمض الضعيف + القاعدة القوية ← ملح قاعدي

أمثلة



يمكن لبعض الأملاح أن تتأين في الماء مكونة أيونات موجبة وأخرى سالبة، ولبعضها القدرة على التفاعل مع الماء، منتجة أيونات H_3O^+ أو OH^- أو كليهما . وهذا ما يعرف بالتميه

⊙ سؤال: ما الفرق بين عملية التميه والذوبان ???

التميه: تفكك الملح الى ايونات لها القدرة على التفاعل مع الماء وتغيير تركيز H_3O^+ أو OH^- في المحلول.

الذوبان: تفكك الملح الى ايونات ليس لها القدرة على التفاعل مع الماء ويبقى تركيز H_3O^+ أو OH^- كما هو في المحلول. وهنا يكون **الملح متعادل**

← الأملح القاعدية →



Na^+ مصدرها القاعدة القوية NaOH فلا تتفاعل مع الماء

F^- قاعدة مرافقة قوية نسبياً للحمض الضعيف HF تتفاعل مع الماء كما في المعادلة:



نلاحظ تكون الحمض HF وأيونات OH^- التي تزداد في المحلول مسببه زيادة في قاعديته ، وبالتالي زيادة في الرقم الهيدروجيني ليصبح اكبر من 7.

أمثلة على الاملاح القاعدية:



عزيزي الطالب حاول تفسير سلوك هذه الأملاح كأملح قاعدية مستعيناً بالمعادلات كما في المثال التوضيحي السابق

← الأملح الحمضية →



NO_3^- مصدرها الحمض القوي HNO_3 فلا تتفاعل مع الماء
 NH_4^+ حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة NH_3 تتفاعل مع الماء كما في المعادلة:



نلاحظ تكون القاعدة NH_3 وأيونات H_3O^+ التي تزداد في المحلول مسببه زيادة في حامضيته، وبالتالي نقصان في الرقم الهيدروجيني ليصبح اقل من 7.

أمثلة على الاملاح الحمضية:



عزيزي الطالب حاول تفسير سلوك هذه الأملاح كأملح حمضية مستعيناً بالمعادلات كما في المثال التوضيحي السابق

← الأملح المتعادلة →



K^+ مصدرها القاعدة القوية **KOH** فلا تتفاعل مع الماء
 Br^- قاعدة مرافقة ضعيفة نسبياً للحمض القوي **HBr** فلا تتفاعل مع الماء .
وعلى ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني للماء كما هو ٧ .

أمثلة على الاملاح المتعادلة:



عزيزي الطالب حاول تفسير سلوك هذه الأملاح كأملح متعادلة مستعيناً بالمعادلات
كما في المثال التوضيحي السابق

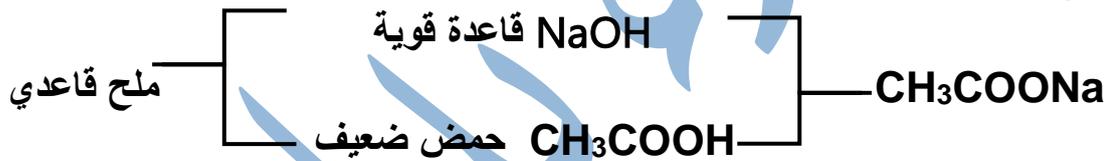
تذكر 😊 لا غنى عن حل أسئلة الكتاب 😊

- ❖ حدد طبيعة محاليل كل من الأملاح الآتية (حمضي، قاعدي، متعادل):
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Br}$ ، NaClO_4 ، KF
- ❖ فسر مستعيناً بمعادلات السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل لكل من الأملاح الآتية:
 $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$, LiCl , CH_3COONa
- ❖ أي الملحيين الآتيين يعد ذوبانه في الماء تميها: KI , $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ ؟

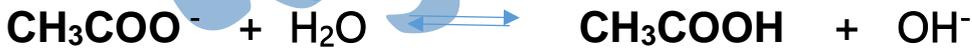
الإجابة:

المحلول KF ذو طبيعة قاعدية
 المحلول NaClO_4 ذو طبيعة متعادلة
 المحلول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Br}$ ذو طبيعة حمضية

CH_3COONa (١)

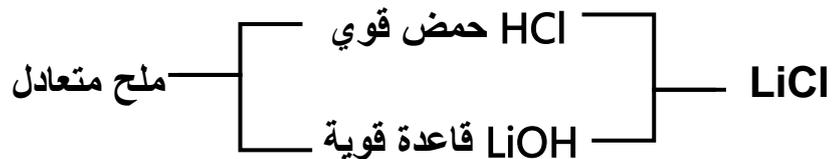


Na^+ مصدرها القاعدة القوية NaOH فلا تتفاعل مع الماء
 CH_3COO^- قاعدة مرافقة قوية نسبياً للحمض الضعيف CH_3COOH تتفاعل مع الماء كما في المعادلة:



نلاحظ تكون الحمض CH_3COOH وأيونات OH^- التي تزداد في المحلول مسببه زيادة في قاعديته ، وبالتالي زيادة في الرقم الهيدروجيني ليصبح اكبر من ٧. لذلك يكون السلوك قاعدي.

LiCl (٢)





Li^+ مصدرها القاعدة القوية LiOH فلا تتفاعل مع الماء
 Cl^- قاعدة مرافقة ضعيفة نسبياً للحمض القوي HCl فلا تتفاعل مع الماء .

وعلى ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني للماء كما هو ٧ **لذلك يكون الوسط متعادلاً**



Br^- مصدرها الحمض القوي HBr فلا تتفاعل مع الماء
 N_2H_5^+ حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة N_2H_4 تتفاعل مع الماء كما في المعادلة:



نلاحظ تكون القاعدة N_2H_4 وأيونات H_3O^+ التي تزداد في المحلول مسببه زيادة في حامضيته، وبالتالي نقصان في الرقم الهيدروجيني ليصبح اقل من ٧. **لذلك يكون الوسط حمضي.**

◀ الملح الذي يعد ذوبانه في الماء تميها هو: $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$

سؤال (١) صفحة ٥٢

وضح المقصود بكل مما يأتي:
 الملح ، التميّه

الإجابة:

الملح: مادة أيونية تنتج من تفاعل حمض مع قاعدة.
 التميّه: تفاعل أيونات الملح مع الماء لإنتاج OH^- و H_3O^+ أو كلاهما.

سؤال (٢) صفحة ٥٢

اكتب معادلة التأيّن لكل من الأملاح الآتية في الماء:
 CH_3COONa ، KHS ، NaBr ، NH_4Cl

الإجابة:



سؤال (٣) صفحة ٥٢

أي الأملاح الآتية يتميه في الماء، وأيها لا يتميه؟



الإجابة:

الأملاح التي تتميه هي: CH_3COOK ، NaCN ، NH_4Cl

سؤال (٤) صفحة ٥٢

ما الحمض والقاعدة اللذان يكونان كلاً من الأملاح الآتية عند تفاعلها؟



الإجابة:

الحمض والقاعدة المكونة له		
القاعدة	الحمض	الملح
KOH	HI	KI
NaOH	HCOOH	HCOONa
NH ₃	HNO ₃	NH ₄ NO ₃
NaOH	HClO	NaOCl



سؤال (٥) صفحة ٥٢

صنف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:

KNO_2 ، NaCN ، KNO_3 ، $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ، LiBr

الإجابة:

حمضية ($\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$) قاعدية (NaCN ، KNO_3) متعادلة (LiBr ، KNO_2)



سؤال (٦) صفحة ٥٢

اكتب معادلات كيميائية توضح السلوك الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح الآتية:

أ- $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ ب- $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}$

الإجابة:



تأثير الأيون المشترك

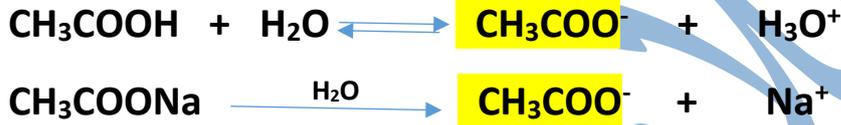
• درسنا سابقاً معادلة تأين الحمض الضعيف وهي:



فماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة ملح هذا الحمض إليه؟

مثال توضيحي: إذا اخذنا محلول الحمض الضعيف CH_3COOH وقمنا بإضافة الملح CH_3COONa إلى محلول هذا الحمض، فماذا يحدث لقيمة pH؟

بالبداية نكتب معادلة تأين كل من الحمض الضعيف والملح:



نلاحظ وجود مصدرين لأيون CH_3COO^- أحدهما من الحمض والآخر من الملح لذا يطلق على هذا الايون اسم **الأيون المشترك**.

نلاحظ أيضاً ان تأين الملح يزيد من تركيز الأيون CH_3COO^- الذي سيتفاعل مع أيونات H_3O^+ وتكوين الحمض، مما يؤدي لتقليل تركيز H_3O^+ ، وبالتالي زيادة pH للمحلول.

$$[الحمض] = [CH_3COOH] \text{ الابتدائي}$$

$$[الملح] = [CH_3COO^-]$$

$$\text{من } Ka = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

نتوصل إلى أن:

$$\frac{[الحمض] Ka}{[الملح]} = \frac{[CH_3COOH] Ka}{[CH_3COO^-]} = [H_3O^+]$$

وأخيراً بعد إيجاد تركيز أيون الهيدرونيوم نعوض في قانون الرقم الهيدروجيني pH

لان الملح يتأين كلياً فتكون معظم ايونات CH_3COO^- مصدرها الملح وليس الحمض

محلول حجمه ٥٠٠ مل من حمض HF تركيزه ٠,١ مول/لتر أضيف إليه ٠,٢ مول من ملح NaF مفترضاً أن حجم المحلول لم يتغير بإضافة الملح، وعلماً أن K_a للحمض HF = $7,2 \times 10^{-4}$ أجب عما يلي:

- ١- ما صيغة الأيون المشترك.
- ٢- احسب تركيز H_3O^+ قبل إضافة الملح.
- ٣- احسب قيمة pH قبل إضافة الملح.
- ٤- احسب تركيز H_3O^+ بعد إضافة الملح.
- ٥- احسب قيمة pH بعد إضافة الملح.
- ٦- احسب التغير في قيمة pH للمحلول.



١- صيغة الأيون المشترك F^-

$$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = K_a \quad -2$$

$$2-10 \times 0,85 = \text{س} \leftarrow 2-10 \times 0,72 = \text{س} \leftarrow \frac{\text{س}^2}{0,1} = 2-10 \times 7,2$$

$$\text{س} = [H_3O^+] = 2-10 \times 0,85 \text{ مول/لتر}$$

$$-3 \quad \text{pH} = -\log[H_3O^+] =$$

$$= -\log(2-10 \times 0,85)$$

$$= 2 - \log(0,85) = 2,07$$

-4

$$2-10 \times 1,8 = \frac{0,1 \times 2-10 \times 7,2}{[F^-]} = \frac{[HF]K_a}{[F^-]} = [H_3O^+] = 0,4$$

$$-5 \quad \text{pH} = -\log[H_3O^+] =$$

$$= -\log(2-10 \times 1,8)$$

$$= 4 - \log(1,8) = 3,74$$

$$-6 \quad \Delta \text{pH} = 3,74 - 2,07 = 1,67$$

تركيز الملح =
عدد المولات / الحجم

والآن ...

ماذا نتوقع ان يحدث عند إضافة ملح إلى محلول قاعدة ضعيفة؟؟

نستذكر معادلة تأين القاعدة الضعيفة وهي:



تعلم من خلال المثال الاتي:

نأخذ محلول القاعدة الضعيفة NH_3 ونقوم بإضافة الملح NH_4Cl إلى محلول هذه القاعدة، فماذا سيحدث لقيمة pH؟

نكتب معادلة تأين كل من القاعدة الضعيفة، والملح:



نلاحظ وجود مصدرين للأيون NH_4^+ أحدهما من القاعدة والآخر من الملح ويطلق عليه الايون المشترك.

نلاحظ أيضاً ان تأين الملح يزيد من تركيز الايون NH_4^+ الذي سيتفاعل مع ايونات OH^- وتكوين القاعدة، مما يؤدي لتقليل تركيز OH^- ، وبالتالي تقل قيمة pH للمحلول.

لان الملح يتأين كلياً فتكون معظم ايونات NH_4^+ مصدرها الملح وليس القاعدة

$$[القاعدة] = [NH_3]$$

$$[الملح] = [NH_4^+]$$

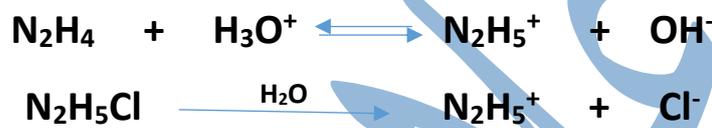
$$من \quad \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = K_b \quad \text{نتوصل إلى أن:}$$

$$\frac{[القاعدة] K_b}{[الملح]} = \frac{[NH_3] K_b}{[NH_4^+]} = [OH^-]$$

وأخيراً بعد إيجاد تركيز أيون الهيدروكسيد نعوض في قانون K_w ثم نحسب الرقم الهيدروجيني pH

محلول حجمه لتر من القاعدة N_2H_4 تركيزها $0,01$ مول/لتر أضيف إليه $0,001$ مول من ملح N_2H_5Cl مفترضاً أن حجم المحلول لم يتغير بإضافة الملح، وعلماً أن K_b للقاعدة $N_2H_4 = 1,3 \times 10^{-6}$ أجب عما يلي:

- ١- ما صيغة الأيون المشترك.
- ٢- احسب تركيز H_3O^+ قبل إضافة الملح.
- ٣- احسب قيمة pH قبل إضافة الملح.
- ٤- احسب تركيز H_3O^+ بعد إضافة الملح.
- ٥- احسب قيمة pH بعد إضافة الملح.
- ٦- احسب التغير في قيمة pH للمحلول.



- ١- صيغة الأيون المشترك $N_2H_5^+$
- ٢- نقوم بالتعويض في قانون ثابت تأين القاعدة الضعيفة على النحو الآتي:

$$\frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]} = K_b$$

$$\frac{س^2}{0,01} = 1,3 \times 10^{-6}$$

$$س^2 = 1,3 \times 10^{-8}$$

وبأخذ الجذر التربيعي س = $1,14 \times 10^{-4}$ مول/لتر ← س = $[OH^-]$

نقوم الآن بإيجاد $[H_3O^+]$ من خلال:

$$10^{-14} \times 1 = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] = \frac{10^{-14} \times 1}{1,14 \times 10^{-4}} = 0,88 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر.}$$

$$-3 \text{ pH} = -\text{لو} [H_3O^+]$$

$$= -\text{لو} 0,88 \times 10^{-10}$$

$$= 10 - \text{لو} 0,88 = 10 - (-0,06) = 10,06$$

$$0,3 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر} = \frac{0,3 \times 10^{-1} \times 0,01}{0,01} = \frac{[N_2H_4]K_b}{[N_2H_5^+]} = [OH^-]$$

نقوم الان بإيجاد $[H_3O^+]$ من خلال:

$$0,77 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0,3 \times 10^{-9}} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

$$-pH = -\log[H_3O^+]$$

$$= -\log 0,77 \times 10^{-9}$$

$$= 9 - \log 0,77 = 9 - (-0,11) = 9,11$$

$$\Delta pH = 9,11 - 10,06 = 0,95$$

تذكير: الرقم الهيدروجيني pH يتناسب عكسياً مع $[H_3O^+]$
& طردياً مع $[OH^-]$

نستنتج مما سبق ان:

- ١- إضافة ملح (أيون مشترك) إلى الحمض الضعيف يؤدي لزيادة قيمة pH .
- ٢- إضافة ملح (أيون مشترك) إلى القاعدة الضعيفة يؤدي لنقصان قيمة pH .

٢٠ سؤال: احسب التغير الذي يحدث لقيمة pH لمحلول HF تركيزه (٠,١ مول/لتر) عندما يذاب فيه كمية من الملح NaF ليصبح $[F^-] = (٠,١ \text{ مول/لتر})$ ؟
"علماً أن K_a للحمض HF = $٧,٢ \times ١٠^{-١٠}$ ؛ و $٨,٥ = \text{p}K_a$ / $٧,٢ = \text{p}K_b$ "

علاء بدارنة

مساحة للإجابة

٢ سؤال: كم غراماً من NH_4Cl يجب إضافتها إلى ٤٠٠ مل من محلول القاعدة NH_3 تركيزها (٠,١ مول/لتر) لينتج محلول له $\text{pH} = 9$ ؟

" علماً أن K_b للقاعدة $\text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ و ك.م لـ $\text{NH}_4\text{Cl} = 53,5$ غ/مول "

مساحة للإجابة

٢ سؤال: كم غراماً من HCOONa يجب إضافتها إلى لتر من محلول HCOOH تركيزه (٠,١ مول/لتر) ليتغير الرقم الهيدروجيني بمقدار ١,٦ ؟

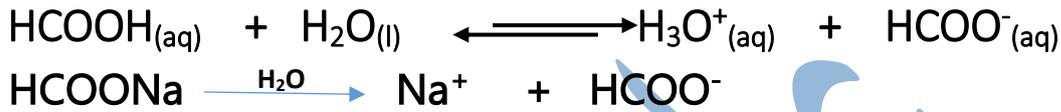
" علماً أن $K_a = 1,7 \times 10^{-4}$ و ك.م لـ $\text{HCOONa} = 56$ غ/مول و لـ $\text{HCOOH} = 46,1$ غ/مول "

مساحة للإجابة

- ❖ وضح أثر إضافة الملح HCOONa على قيمة pH لمحلول حمضه الضعيف HCOOH ؟
 ❖ احسب قيمة pH لمحلول مكون من ٠,٢ مول/لتر من حمض HNO₂، عند إضافة ٠,٣ مول من الملح NaNO₂ إلى لتر من محلول حمض. علماً بأن K_a للحمض = ٤ × ١٠^{-٤}.

الإجابة:

◀ الفرع الأول



نلاحظ زيادة في أيونات HCOO⁻، أي أن هذه الأيونات ستتفاعل مع أيونات H₃O⁺ وتكوين الحمض HCOOH، وهذا يقلل من تركيز H₃O⁺ في المحلول مما يؤدي إلى زيادة في الرقم الهيدروجيني pH للمحلول.

◀ الفرع الثاني

$$[\text{NO}_2^-] = [\text{NaNO}_2] = ٠,٣ \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[\text{HNO}_2]K_a}{[\text{NO}_2^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow \frac{[\text{HCOOH}]K_a}{[\text{HCOO}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= \frac{٠,٢ \times ٤ \times ١٠^{-٤}}{٠,٣} = [\text{H}_3\text{O}^+] = ٢,٦٧ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log ٢,٦٧ \times ١٠^{-٤}$$

$$= ٤ - \log ٢,٦٧ = ٤ - ٠,٤٣ = ٣,٥٧$$



سؤال صفحة ٤٣

❖ لديك لتر من محلول الهيدرازين N_2H_4 الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، فإذا علمت أن:

K_b للهيدرازين = $1,3 \times 10^{-6}$ ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

◀ احسب قيمة pH للمحلول.

◀ كم تصبح قيمة pH للمحلول عند إضافة ٠,٣ مول من الملح N_2H_4Cl إلى لتر منه.

الإجابة:

◀ الفرع الأول



$$\frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]} = K_b$$

$$\frac{س \times س}{٠,٢} = 1,3 \times 10^{-6} \quad \leftarrow س = [OH^-] = 1,1 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$1,1 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,1 \times 10^{-4}} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$= -\log 1,1 \times 10^{-4}$$

$$= 11 - \log 1,1 = 11 - 0,04 = 10,96$$

◀ الفرع الثاني

$$1,1 \times 10^{-4} = \frac{0,2 \times 1,3 \times 10^{-6}}{0,3} = \frac{[N_2H_4]K_b}{[N_2H_5^+]} = [OH^-]$$

$$1,1 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,1 \times 10^{-4}} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 1,1 \times 10^{-4}$$

$$= 8 - \log 1,1 = 8 - 0,04 = 7,96$$



سؤال (١) صفحة ٥٢

وضح المقصود بكل مما يأتي: الأيون المشترك

الإجابة:

الأيون المشترك: أيون ينتج من تأين مادتين مختلفتين في محلول واحد (حمض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفة وملحها)



سؤال (٩) صفحة ٥٢

كم غراماً من NaNO_2 يجب إضافتها إلى ١٠٠ مل من محلول HNO_2 بتركيز ٠,١ مول/لتر لتعطي محلولاً له $\text{pH} = ٤$ ؟ علماً أن K_a للحمض $\text{HNO}_2 = ٤ \times 10^{-٤}$ والكتلة المولية للملح $\text{NaNO}_2 = ٦٩$ غ/مول.

الإجابة:

$$٤ = \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-٤}$$

$$\frac{[\text{HNO}_2]K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{NO}_2^-] \quad \leftarrow \quad \frac{[\text{HNO}_2]K_a}{[\text{NO}_2^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{NO}_2^-] = \frac{0,1 \times 4 \times 10^{-٤}}{10^{-٤}} = ٠,٤ \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{NaNO}_2] = [\text{NO}_2^-] = ٠,٤ \text{ مول/لتر}$$

عدد مولات $\text{NaNO}_2 = \text{التركيز} \times \text{الحجم "لتر"}$

$$= ٠,٤ \times ٠,١ = ٠,٠٤ \text{ مول}$$

كتلة $\text{NaNO}_2 = \text{عدد مولات} \times \text{الكتلة المولية}$

$$= ٠,٠٤ \times ٦٩ = ٢,٦٧ \text{ غ}$$

المحاليل المنظمة

عند إضافة كميات قليلة من الحمض أو القاعدة لمحلول ما فإن قيمة pH تتغير، ولمقاومة هذا التغير يستخدم محلول يسمى **بالمحلول المنظم**.

وتقسم المحاليل المنظمة الى قسمين وهما:

١- محلول منظم حمضي:

يتكون من حمض ضعيف وملحه أو حمض ضعيف وقاعدته المرافقة أو حمض ضعيف وأيونه المشترك السالب.

مثل: $\text{HCOOH}/\text{HCOONa}$ و $\text{HNO}_2/\text{NaNO}_2$

٢- محلول منظم قاعدي:

يتكون من قاعدة ضعيفة وملحها أو قاعدة ضعيفة وحمضها المرافق أو قاعدة ضعيفة وأيونها المشترك الموجب.

مثل: $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ و $\text{N}_2\text{H}_4/\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$



عزيزي الطالب: لابد أنك تفكر الان بالسؤال:

كيف يقاوم المحلول المنظم التغير بالرقم الهيدروجيني؟؟؟

يقاوم المحلول المنظم التغير في pH عن طريق التخلص من أيونات H_3O^+ أو OH^- المضاف اليه.

❖ سنأخذ أربع حالات لتوضيح ذلك وهي:

١- محلول منظم حمضي عند إضافة حمض قوي.

مثال : (NaF/HF) عند إضافة HCl

الحمض القوي HCl يتأين كلياً منتجاً أيونات H_3O^+ التي تتفاعل مع القاعدة المرافقة F^- وتكوين الحمض HF



وبهذا تركز الحمض HF يزداد وتركيز القاعدة F^- يقل وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة الحاصلة في تركيز H_3O^+ نتيجة إضافة الحمض HCl و لا يحدث تغير على قيمة pH.

٢- محلول منظم حمضي عند إضافة قاعدة قوية.

مثال : (NaF/HF) عند إضافة NaOH

القاعدة القوية NaOH تتأين كلياً منتجة أيونات OH^- التي تتفاعل مع الحمض الضعيف HF



وبهذا تركز الحمض HF يقل وتركيز القاعدة F^- يزداد وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة الحاصلة في تركيز OH^- نتيجة إضافة القاعدة NaOH ولا يحدث تغير على قيمة pH.

٣- محلول منظم قاعدي عند إضافة حمض قوي.

مثال : (NH₃/NH₄Cl) عند إضافة HCl

الحمض القوي HCl يتأين كلياً منتجاً أيونات H_3O^+ التي تتفاعل مع القاعدة الضعيفة NH₃



وبهذا تركز القاعدة NH₃ يقل وتركيز الحمض NH₄⁺ يزداد وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة الحاصلة في تركيز H_3O^+ نتيجة إضافة الحمض HCl ولا يحدث تغير على قيمة pH.

٤- محلول منظم قاعدي عند إضافة قاعدة قوية

مثال: (NH₃/NH₄Cl) عند إضافة NaOH
القاعدة القوية NaOH تتأين كلياً منتجة ايونات OH⁻ التي تتفاعل مع الحمض
المرافق NH₄⁺ لتكوين القاعدة NH₃



وبهذا تركز القاعدة NH₃ يزداد وتركيز الحمض NH₄⁺ يقل وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة
الحاصلة في تركيز OH⁻ نتيجة إضافة القاعدة NH₃ و لا يحدث تغير على قيمة pH.

السؤال: أي المحاليل الآتية تصلح كمحاليل منظمة؟

١- (HF/KF) ٢- (NaCN/HCN)

٣- (LiOH/HNO₃) ٤- (KClO₄/HClO₄)

إذاً ... كيف يمكن حساب قيمة pH لمحلول منظم عند إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية إليه:

مثال توضيحي:

محلول منظم مكون من الحمض HF والملح NaF تركيز كل منهما (0,2 مول/لتر)، فإذا علمت أن قيمة Ka للحمض = $7,2 \times 10^{-4}$ ، احسب:-

1- قيمة pH للمحلول عند إضافة 0,05 مول من الحمض HBr الى 500 مل من المحلول.

2- قيمة pH للمحلول عند إضافة 0,1 مول من القاعدة LiOH الى لتر من المحلول.

1- عند إضافة 0,05 مول من الحمض HBr الى نصف لتر من المحلول فإن ايونات H_3O^+ الناتجة تتفاعل مع أيونات F^- ليتكون الحمض HF وفق المعادلة الآتية:



وبالتالي يقل تركيز أيونات F^- بمقدار تركيز أيونات H_3O^+ المضاف ، ليكون تركيزها الجديد كما يلي :

[F^-] الابتدائي = [الملح]

نفسه الايون المشترك

$$[F^-] = [F^-]_{\text{الابتدائي}} - [H_3O^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,2 - (0,05 \text{ مول} / 0,5)$$

$$= 0,2 - 0,1$$

$$= 0,1 \text{ مول} / \text{لتر}$$

وأما تركيز الحمض HF فيزداد بمقدار تركيز ايونات H_3O^+ المضاف ، ليكون تركيزه الجديد كما يلي :

$$[HF] = [HF]_{\text{الابتدائي}} + [H_3O^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,2 + 0,1$$

$$= 0,3 \text{ مول} / \text{لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{[HF]K_a}{[F^-]} = \frac{[K_a \text{ الحمض}]}{[K_a \text{ الملح}]} = \frac{7,2 \times 10^{-4} \times 0,3}{0,1} = 2,16 \times 10^{-3}$$

قيمة pH قبل

الإضافة تساوي

3,14

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$= -\log(2,16 \times 10^{-3})$$

$$= 3 - 0,33 = 2,67$$

٢- عند إضافة ٠,١ مول من القاعدة LiOH إلى لتر من المحلول فإن أيونات OH⁻ الناتجة تتفاعل مع الحمض الضعيف HF وفق المعادلة الآتية :



وبالتالي يزداد تركيز أيونات F⁻ بمقدار تركيز أيونات OH⁻ المضاف ، ليكون تركيزها الجديد كما يلي :

$$[\text{F}^-]_{\text{الابتدائي}} + [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}} = [\text{F}^-]$$

$$= ٠,٢ + ٠,١$$

$$= ٠,٢ + ٠,١$$

$$= ٠,٣ \text{ مول/لتر}$$

وأما تركيز الحمض HF فيقل بمقدار تركيز أيونات OH⁻ المضاف ، ليكون تركيزه الجديد كما يلي :

$$[\text{HF}]_{\text{الابتدائي}} - [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}} = [\text{HF}]$$

$$= ٠,١ - ٠,٢$$

$$= ٠,١ \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{[\text{HF}]\text{Ka}}{[\text{F}^-]} = \frac{[\text{الحمض}]\text{Ka}}{[\text{الملح}]} = \frac{٠,١ \times ١٠^{-٧,٢}}{٠,٣} = ٣,٤ \times ١٠^{-٩}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log ٣,٤ \times ١٠^{-٩}$$

$$= ٨,٥٢ = ٩ - ٠,٣٨ = ٣,٦٢$$

٢٠ سؤال: محلول منظم حجمه لتر يتكون من القاعدة N_2H_4 تركيزها ٠,٤ مول/لتر والملح N_2H_5Br تركيزه ٠,٣ مول/لتر، فإذا علمت أن K_b للقاعدة $N_2H_4 = 1,3 \times 10^{-6}$ احسب:-

- ١- pH للمحلول المنظم .
- ٢- pH للمحلول المنظم عند إضافة ٠,١ مول من الحمض $HClO_4$ للمحلول.
- ٣- pH للمحلول المنظم عند إضافة ٠,١ مول من القاعدة KOH للمحلول.

علاء بدارنة

مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ٤٦ ...

أي المحاليل المكونة من أزواج المواد الآتية تصلح كمحاليل منظمة؟



الإجابة:

الأزواج التي تصلح كمحاليل منظمة هي: KClO/HClO و $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}/\text{N}_2\text{H}_4$

سؤال صفحة ٤٦ ...

وضح كيف يقاوم المحلول المنظم ($\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$) التغير في قيمة pH عند إضافة كمية قليلة من قاعدة قوية مثل NaOH إليه.

الإجابة:

القاعدة القوية NaOH تتأين كلياً منتجة أيونات OH^- التي تتفاعل مع الحمض المرافق NH_4^+ لتكوين القاعدة NH_3



وبهذا تركز القاعدة NH_3 يزداد وتركيز الحمض NH_4^+ يقل وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة الحاصلة في تركيز OH^- نتيجة إضافة القاعدة NH_3 ولا يحدث تغير على قيمة pH.

سؤال صفحة ٥٠ ...

❖ احسب قيمة pH للمحلول المنظم في مثال (٥) عند إضافة ٠,١ مول من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول؟

❖ محلول منظم حجمه لتر يتكون من القاعدة NH_3 تركيزها ٠,٣ مول/لتر والملح NH_4Cl تركيزه ٠,٤ مول/لتر. فإذا علمت بأن $K_b \text{ لـ } \text{NH}_3 = 1.0 \times 10^{-5}$ احسب:
◀ pH للمحلول المنظم.

◀ pH للمحلول عند إضافة ٠,٢ مول من الحمض HBr إلى المحلول.

◀ pH للمحلول عند إضافة ٠,٢ مول من القاعدة KOH إلى المحلول.

يتبع الإجابة....

الإجابة:

◀ الفرع الأول

عند إضافة ٠,١ مول من القاعدة NaOH الى لتر من المحلول فإن أيونات OH⁻ الناتجة تتفاعل مع الحمض CH₃COOH ويقل تركيزه، وتتكون أيونات CH₃COO⁻ ويزداد تركيزها وفق المعادلة الآتية:



وبالتالي يزداد تركيز أيونات CH₃COO⁻ بمقدار تركيز OH⁻ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يأتي:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{الجديد}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{الابتدائي}} + [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}} \\ = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ مول/لتر.}$$

أما تركيز الحمض CH₃COOH فيقل بمقدار تركيز OH⁻ المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يأتي:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{الجديد}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{الابتدائي}} - [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}} \\ = 0,1 - 0,5 = 0,4 \text{ مول/لتر.}$$

$$\frac{K_a [\text{الحمض}]_{\text{الجديد}}}{[\text{الملح}]_{\text{الجديد}}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \longleftarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] K_a}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$1,2 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر} = \frac{0,4 \times 1,8 \times 10^{-5}}{0,6} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 1,2 \times 10^{-10}$$

$$= 5 - \log 1,2 = 5 - 0,08 = 4,92$$

◀ الفرع الثاني

$$(1) \quad [\text{NH}_3] = 0,3 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = [\text{NH}_4^+] = 0,4 \text{ مول/لتر}$$

$$0,3 \times 1,8 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_3] K_b}{[\text{NH}_4^+]} = [\text{OH}^-] \\ = 0,3 \times 1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,3 \times 1,8 \times 10^{-5}}{0,4}$$

$$1,0 \times 10^{-14} \times 7,4 = \frac{1 \times 10^{-14}}{0,4 \times 1,8 \times 10^{-5}} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 7,4 \times 10^{-10}$$

$$= 10 - 0,87 = 9,13$$

(٢) عند إضافة الحمض HBr فإن أيونات H_3O^+ الناتجة تتفاعل مع القاعدة NH_3 وتتكون أيونات NH_4^+ وفق المعادلة الآتية:



وبالتالي يقل تركيز أيونات NH_3 بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يأتي:

$$[\text{NH}_3]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_3]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

أما تركيز الحمض NH_4^+ فيزداد بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يأتي:

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{الابتدائي}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ مول/لتر}$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_3]K_b}{[\text{NH}_4^+]} = [\text{OH}^-] \longleftarrow \frac{[\text{القاعدة}]_{\text{الجديد}}}{[\text{الملح}]_{\text{الجديد}}} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,1 \times 1,8 \times 10^{-5}}{0,6} = 3 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{3 \times 10^{-6}} = 3,3 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 3,3 \times 10^{-9} = 9 - 0,52 = 8,48$$

(٣) عند إضافة القاعدة KOH فإن أيونات OH^- الناتجة تتفاعل مع الحمض NH_4^+ لتتكون القاعدة NH_3 ، وفق المعادلة:



وبالتالي يقل تركيز أيونات NH_4^+ بمقدار تركيز OH^- المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يأتي:

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{الابتدائي}} - [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ مول/لتر.}$$

اما تركيز القاعدة NH_3 فيزداد بمقدار تركيز OH^- المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يأتي:

$$[\text{NH}_3]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_3]_{\text{الابتدائي}} + [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ مول/لتر.}$$

$$\frac{[\text{القاعدة}]_{\text{الجديد}} K_b}{[\text{الملح}]_{\text{الجديد}}} = [\text{OH}^-] \longleftarrow \frac{[\text{NH}_3] K_b}{[\text{NH}_4^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$0,1 \times 10^{-10} \times 1,8 = \frac{0,1 \times 10^{-10} \times 1,8}{0,2} = [\text{OH}^-]$$

$$10^{-10} \times 2,2 = \frac{10^{-14} \times 1}{0,1 \times 10^{-10} \times 4,5} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-10} \times 2,2) = 10 - \log 2,2 = 10 - 0,34 = 9,66$$

سؤال (١) صفحة ٥٢
 وضع المقصود بكل مما يأتي: المحلول المنظم
 الإجابة:

المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني (pH) عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه.

سؤال (٨) صفحة ٥٢
 الإجابة:

احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم مكون من محلول حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، ومحلول بنزوات الصوديوم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ الذي تركيزه ٠,١ مول/لتر. علماً بأن K_a للحمض $= 10^{-6}$.

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = 0,1 \text{ مول/لتر.}$$

$$\frac{[\text{الحمض}] K_a}{[\text{الملح}]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \longleftarrow \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] K_a}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$0,2 \times 10^{-10} \times 6,5 = \frac{0,2 \times 10^{-10} \times 6,5}{0,1} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر.}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 0,2 \times 10^{-10}$$

$$= 4 - \log 0,2 = 4 - 0,11 = 3,89$$



سؤال (١٠) صفحة ٥٣

محلول منظم مكون من قاعدة ضعيفة $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ تركيزها $0,3$ مول/لتر، وملح $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHBr}$ تركيزه $0,3$ مول/لتر، فإذا علمت أن K_b للقاعدة $\text{C}_5\text{H}_5\text{N} = 1,7 \times 10^{-9}$ ، أجب عما يأتي:

- (أ) ما صيغة الأيون المشترك؟
 (ب) احسب pH للمحلول المنظم؟
 (ج) كم تصبح قيمة pH عند إضافة $0,2$ مول من HCl إلى لتر من المحلول المنظم؟

الإجابة:

(أ) صيغة الأيون المشترك $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$

(ب) $[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] = 0,3$ مول/لتر

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{NHBr}] = [\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] = 0,3 \text{ مول/لتر}$$

$$1,7 \times 10^{-9} = \frac{0,3 \times 10^{-9} \times 1,7}{0,3} = \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]K_b}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]} = [\text{OH}^-] \text{ مول/لتر.}$$

$$5,9 \times 10^{-6} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,7 \times 10^{-9}} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 5,9 \times 10^{-6}$$

$$= 6 - \log 5,9 = 6 - 0,77 = 5,23$$

(ج) عند إضافة الحمض HCl فإن أيونات H_3O^+ الناتجة تتفاعل مع القاعدة $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ وتتكون أيونات $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ وفق المعادلة الآتية:



وبالتالي يقل تركيز أيونات C_5H_5N بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يأتي:

$$[C_5H_5N]_{\text{الجديد}} = [C_5H_5N]_{\text{الابتدائي}} - [H_3O^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ مول/لتر.}$$

أما تركيز الحمض $C_5H_5NH^+$ فيزداد بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يأتي:

$$[C_5H_5NH^+]_{\text{الجديد}} = [C_5H_5NH^+]_{\text{الابتدائي}} + [H_3O^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ مول/لتر.}$$

$$\frac{K_b [\text{القاعدة}]_{\text{الجديد}}}{[\text{الملح}]_{\text{الجديد}}} = [OH^-] \leftarrow \frac{[C_5H_5N] K_b}{[C_5H_5NH^+]} = [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{0,1 \times 10^{-10} \times 1,7}{0,5} = 0,34 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0,34 \times 10^{-10}} = 2,94 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (2,94 \times 10^{-5}) = 5 - \log 2,94 = 5 - 0,47 = 4,53$$

سؤال (١٣) صفحة ٥٣

محلول منظم مكون من الحمض HZ تركيزه ٠,٤ مول/لتر، وملح KZ تركيزه ٠,٥ مول/لتر، فإذا علمت أن K_a للحمض $= 2 \times 10^{-10}$ احسب:

(أ) تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم؟

(ب) كم غراماً من NaOH الصلب يجب إذابتها في لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي تساوي ٥. علماً بأن الكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غ/مول.

الإجابة:

(أ)

$$2 \times 10^{-10} = \frac{0,4 \times 10^{-10} \times 2}{0,5} = \frac{[حمض] K_a}{[الملح]} = \frac{[HZ] K_a}{[Z]} = [H_3O^+]$$

ب) عند إضافة كمية معينة (س) من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول فإن أيونات OH⁻ الناتجة تتفاعل مع الحمض HZ، فتتكون أيونات Z⁻ ويزداد تركيزها وفق المعادلة:



وبالتالي يزداد تركيز أيونات Z⁻ بمقدار تركيز أيونات OH⁻ المضاف (س) ويكون تركيزها الجديد كما يلي:

$$[\text{Z}^-]_{\text{الجديد}} = [\text{Z}^-]_{\text{الابتدائي}} + [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,5 + \text{س}$$

أما تركيز الحمض HZ فإنه يقل بمقدار تركيز أيونات OH⁻ المضاف (س) ويكون تركيزه الجديد كما يلي:

$$[\text{HZ}]_{\text{الجديد}} = [\text{HZ}]_{\text{الابتدائي}} - [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,4 - \text{س}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10}$$

$$\frac{[\text{Z}^-]_{\text{الجديد}} [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HZ}]_{\text{الجديد}}} = K_a$$

$$\frac{(0,5 + \text{س}) \times 10^{-10}}{0,4 - \text{س}} = 2 \times 10^{-10} \quad \leftarrow \text{س} = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

أي أن تركيز NaOH = 0,1 مول/لتر

عدد مولات NaOH = التركيز × الحجم

$$= 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ مول}$$

كتلة NaOH = عدد المولات × الكتلة المولية

$$= 0,1 \times 40 = 4 \text{ غ}$$

تطبيقات حياتية



يعد الدم محلولاً منظماً طبيعياً يتراوح الرقم الهيدروجيني له بين (٧,٣٥ - ٧,٤٥) .

يحتوي الدم على عدة أنظمة من المحاليل المنظمة، تعمل على ضبط الرقم الهيدروجيني ومن أهم هذه المحاليل:



١- انخفاض $[H_3O^+]$ في الدم ، يزيد من تأين حمض الكربونيك H_2CO_3 لإنتاج أيونات H_3O^+ جديدة للمحافظة على تركيز ثابت من أيون الهيدرونيوم H_3O^+ فيبقى الرقم الهيدروجيني (pH) للدم ثابتاً عند ٧,٤ تقريباً.

٢- زيادة $[H_3O^+]$ في الدم ، تؤدي إلى تفاعله مع الأيون HCO^- ، فيتكون الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التآين، فيتفكك في الرئة مكوناً الماء وثاني الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير)، وبذلك يتخلص الدم من زيادة H_3O^+ فيه، ويبقى محافظاً على درجة حموضته.

سؤال (١١) صفحة ٥٣

إذا احتوى الدم على محلول منظم مكون من (HCO^-/H_2CO_3) وضح كيفية عمل الدم على مقاومة الزيادة في تركيز H_3O^+ فيه.

الإجابة:

زيادة $[H_3O^+]$ في الدم ، تؤدي إلى تفاعله مع الأيون HCO^- ، فيتكون الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التآين، فيتفكك في الرئة مكوناً الماء وثاني أكسيد الكربون الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير)، وبذلك يتخلص الدم من زيادة H_3O^+ فيه، ويبقى محافظاً على درجة حموضته.

أسئلة الوحدة وإجاباتها

(١) اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) المادة التي تمثل حمض لويس فقط فيما يأتي، هي:

(أ) Cl^- (ب) NF_3 (ج) Cu^{2+} (د) H_2O

(٢) أي المواد الآتية تسلك كحمض في بعض التفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى؟

(أ) $HCOO^-$ (ب) SO_3^{2-} (ج) $CH_3NH_3^+$ (د) HCO_3^-

(٣) تؤدي إضافة محلول الملح NH_4Cl إلى محلول NH_3 إلى:

(أ) خفض قيمة pH (ب) رفع قيمة pH

(ج) لا تتأثر قيمة pH (د) تصبح $\gamma = pH$

(٤) المحلول الذي له أعلى pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز هو:

(أ) KBr (ب) $NaNO_2$ (ج) $N_2H_5NO_3$ (د) KOH

(٥) إذا كانت قيمة pH لمحلول مكون من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه

تساوي ٤، فإن K_a للحمض يساوي:

(أ) 10^{-4} (ب) 10^{-8} (ج) ٤ (د) 10^{-16}

(٦) الرقم الهيدروجيني لخليط مكون من الحمض الضعيف HC ($K_a = 2 \times 10^{-5}$)، وملحه

NaC لهما التركيز نفسه هو:

(أ) ٥ (ب) أكبر من ٥ (ج) أقل من ٥ (د) ٧

(٧) ما أثر إضافة الملح KNO_2 إلى محلول HNO_2 ؟

(أ) زيادة $[H_3O^+]$ (ب) نقص $[H_3O^+]$

(ج) نقص قيمة pH (د) نقص $[HNO_2]$

(٨) الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض HBr الذي تركيزه ١ مول/لتر يساوي:

(أ) صفراً (ب) ١ (ج) ٢ (د) ٤

٢) مستعينًا بالجدول المجاور لمجموعة من الحموض الافتراضية الضعيفة، أجب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	Ka
HX	$6,3 \times 10^{-4}$
HY	$4,5 \times 10^{-4}$
HZ	$1,8 \times 10^{-4}$
HQ	$1,7 \times 10^{-4}$

أ) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف.

ب) أي المحلولين HY أم HQ يكون تركيز H_3O^+ فيه أقل إذا كان لهما التركيز نفسه؟

ج) احسب pH للحمض HX الذي تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر.

د) احسب الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم الذي

حُضِر بإذابة ٠,٠١ مول من الملح KY في ٥٠٠ مل من محلول الحمض HY الذي تركيزه ٠,٠١ مول/لتر.

هـ) حُضِر محلول منظم بإذابة ٢,٣١٢ غ من الملح NaQ في ٢٠٠ مل من محلول الحمض HQ. فإذا علمت أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم = ٤، والكتلة المولية لـ NaQ = ٦٨ غ/مول. احسب تركيز الحمض HQ.

و) ما صيغة الأيون المشترك للمحلول المنظم المكون من الحمض HZ والملح KZ؟

٣) بين أثر إضافة كل من المواد الآتية في قيمة pH للمحلول (تقل، تزداد، تبقى ثابتة):

أ) مول من KCl إلى ٥٠٠ مل من محلول KOH.

ب) مول من LiBr إلى ٥٠٠ مل من محلول HBr.

ج) مول من NaCN إلى ٥٠٠ مل من محلول HCN.

د) مول من CH_3NH_3Cl إلى ٥٠٠ مل من محلول CH_3NH_2 .

٤) مستعينًا بالجدول المجاور لمجموعة من القواعد

الضعيفة التي لها التركيز نفسه، أجب عن الأسئلة

الآتية:

أ) ما صيغة القاعدة الأقوى؟

ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH؟

Kb	القاعدة
$1,8 \times 10^{-4}$	NH_3
$4,4 \times 10^{-4}$	CH_3NH_2
$1,7 \times 10^{-4}$	C_5H_5N
$1,3 \times 10^{-4}$	N_2H_4
$3,8 \times 10^{-4}$	$C_6H_5NH_2$

ج) احسب قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحلول $C_6H_5NH_2$ ذي التركيز ٠,١ مول/لتر.

د) أكمل المعادلة الآتية، وحدد زوجي الحمض والقاعدة المترافقين فيها:



هـ) كم غرامًا من N_2H_5Cl يجب إضافتها إلى ٤٠٠ مل من محلول N_2H_4 بتركيز

٠,٤ مول/لتر لتصبح قيمة pH للمحلول تساوي ٨,٤٢؟ مع العلم أن الكتلة

المولية للملح $N_2H_5Cl = 69$ غ/مول.

و) كم تصبح قيمة pH للمحلول السابق إذا أضيف إليه ٠,٠٤ مول من الحمض HCl؟

٥) فسر مستعينا بالمعادلات، كلاً مما يأتي:

أ) التأثير الحمضي لمحلول الملح NH_4NO_3 .

ب) التأثير القاعدي لمحلول الملح $NaOCl$.

ج) التأثير القاعدي للأمينات RNH_2 حسب مفهوم لويس.

٦) الجدول الآتي يبين عددًا من المحاليل الافتراضية وقيم pH لها، أي هذه المحاليل يمثل:

المحلول الافتراضي	A	B	C	D	E	F
pH	٤,٥	٨,٧	٠	٧	١٢	٦

أ) القاعدة الأقوى.

ب) محلول NaCl.

ج) محلول HNO_3 الذي تركيزه ١ مول/لتر.

د) قاعدة $[OH^-]$ فيها $= 10 \times 5^{-1}$ مول/لتر.

هـ) حمض $[H_3O^+]$ فيه $= 10 \times 3^{-1}$ مول/لتر.

(1)

(8) (أ) صفر	(7) (ب) نقص [H ₃ O ⁺]	(6) (ج) أقل من 5	(5) (أ) 10 ⁻⁴	(4) (د) KOH	(3) (أ) خفض قيمة pH	(2) (د) HCO ₃ ⁻	(1) (أ) Cu ²⁺
-------------	---	---------------------	--------------------------	-------------	------------------------	---------------------------------------	--------------------------

(2)

Z⁻ (أ)

HQ (ب)

(أ)

$$\frac{[H_3O^+]^2}{0.02} = 10^{-5} \times 6.3$$

$$0.02 \times 10^{-5} \times 6.3 = [H_3O^+]^2$$

$$\sqrt{6.3 \times 10^{-6}} = [H_3O^+]$$

$$1.12 \times 10^{-3} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log 1.12 \times 10^{-3}$$

$$= -\log 1.12 - 3$$

$$= 2.95$$

(د)

$$[Y] = 0.02 = \frac{0.01}{0.5} = [KY]$$

$$\frac{0.01 \times 10^{-4} \times 4.5}{0.02} = \frac{[HY]}{[Y]} \quad K_a = [H_3O^+]$$

$$10^{-4} \times 2.25 = K_a = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log 2.25 \times 10^{-4}$$

(هـ)

$$\text{عدد مولات NaQ} = \frac{2.312}{68} = 0.034 \text{ مول}$$

$$[\text{NaQ}] = \frac{0.034}{0.2} = 0.17 \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}$$

$$\frac{[\text{Q}] \times [H_3O^+]}{[\text{HQ}]} = K_a$$

$$\frac{0.17 \times 10^{-4} \times 1}{[\text{HQ}]} = 1.7 \times 10^{-4}$$

$$[\text{HQ}] = 0.1 \text{ مول/لتر}$$

(و) صيغة الايون المشترك في المحلول هي: Z^- .

(د) تقل

(ج) تزداد

(ب) تبقى ثابتة

(3) (أ) تبقى ثابتة

(4)

(أ) CH_3NH_2 (ب) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2] \times K_b = [\text{OH}^-]^2$$

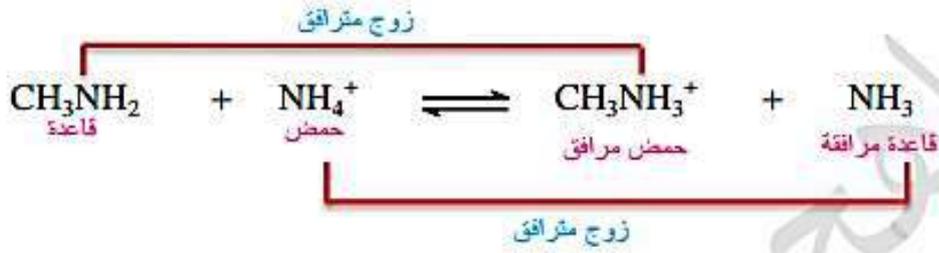
$$\sqrt{\frac{0.1 \times 10^{-10} \times 3.8}{5 \times 10^{-5} \times 0.62}} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{5 \times 10^{-5} \times 0.62} = 1.6 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1.6 \times 10^{-9}$$

$$= 9 - 1.6 = 8.8$$

(د)



(هـ)

$$10^{-8.42} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-9} \times 3.8 = 10^{-9} \times 10^{0.58} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-5} \times 0.26 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 3.8} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{[\text{N}_2\text{H}_4]}{[\text{OH}^-]} K_b = [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

$$0.2 = \frac{0.4 \times 10^{-6} \times 1.3}{10^{-5} \times 0.26} = [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

$$0.2 = [\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}] = [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

$$\text{عدد مولات } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{تركيزه} \times \text{حجم المحلول باللتر}$$

$$0.08 = 0.4 \times 0.2 = \text{عدد مولات } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$$

$$\text{كتلة } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية}$$

$$5.52 = 69 \times 0.08 =$$

ر



$$0.1 \text{ مول/لتر} = \frac{0.04}{0.4} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \text{تركيز الحمض HCl}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{المبدي}} = [\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.1 - 0.4 = 0.3 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{المبدي}} = [\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{الابتدائي}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.1 + 0.2 = 0.3 \text{ مول/لتر}$$

$$K_b = [\text{OH}^-] \frac{[\text{N}_2\text{H}_4]}{[\text{N}_2\text{H}_5^+]} = \frac{0.3 \times 10^{-6} \times 1.3}{0.3} = 1.3 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{1.3 \times 10^{-6}} = 7.7 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (7.7 \times 10^{-9})$$

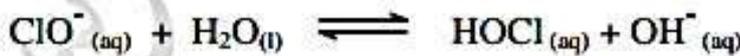
$$= 9 - 0.89 = 8.11$$

(5)

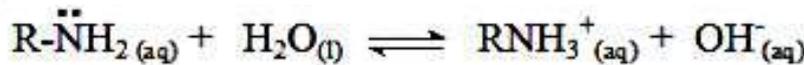
أ- يتفكك الملح NH_4NO_3 ، وينتج الايون NO_3^- الذي لا يتفاعل مع الماء، والايون NH_4^+ الذي يتفاعل مع الماء فيزيد تركيز H_3O^+ ويكون التأثير حمضي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



ب- يتفكك الملح NaOCl ، وينتج الايون Na^+ الذي لا يتفاعل مع الماء، والايون ClO^- الذي يتفاعل مع الماء، فيزيد تركيز OH^- ويكون التأثير قاعدي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



ج- لويس: للأمينات تأثير قاعدي لأن ذرة N تمتلك زوج الكترونات غير رابطة قادرة على منحها خلال تفاعلاتها

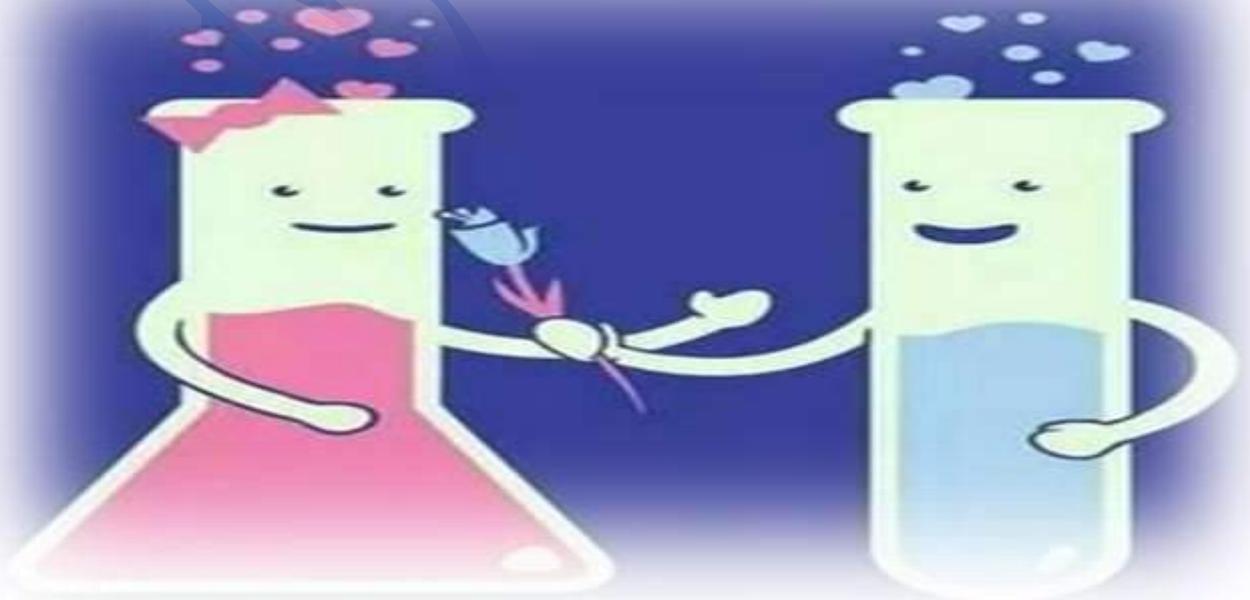


(٦) أ) E (ب) D (ج) C (د) B (هـ) A

التأكسد والاختزال Oxidation and Reduction

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- 1- توضح المقصود بكل من المفاهيم الآتية: التأكسد، الاختزال، عدد التأكسد، العامل المؤكسد، العامل المختزل، والتأكسد والاختزال الذاتي.
- 2- تحسب عدد التأكسد لذرات العناصر في المركبات المختلفة.
- 3- توازن معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل.
- 4- تعطي امثلة على استخدامات تفاعلات التأكسد والاختزال في الحياة.



مفهوم التأكسد والاختزال

- بداية تم تعريف التأكسد بأنه اتحاد المادة مع الأكسجين، كما تم تعريف الاختزال بأنه عملية نزع الأكسجين من خامات الأكاسيد. وبما أن هذا التعريف غير شامل، تم التوصل إلى تعريف آخر للتأكسد وللاختزال وهو:

التأكسد: عملية فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل.
الاختزال: عملية كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل.

مثال ادرس التفاعل الكيميائي الآتي، ثم أجب عما يليه:



١- ما التغيير الذي حدث على ذرة Zn ؟

٢- ما التغيير الذي حدث على ذرة Ag⁺ ؟

نلاحظ تحول ذرة الخارصين Zn إلى أيون الخارصين الثنائي الموجب Zn²⁺، وذلك من خلال فقدها للإلكترونات كما في نصف التفاعل الآتي:



وبذلك يسمى هذا النصف من التفاعل (**نصف تفاعل تأكسد**)

كما نلاحظ أيضاً تحول أيون الفضة Ag⁺ الأحادي الموجب إلى ذرة الفضة Ag، وذلك من خلال كسبه للإلكترونات كما في نصف التفاعل الآتي:



وعليه يسمى هذا النصف من التفاعل (**نصف تفاعل اختزال**)

ونلاحظ أن عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة، وعليه نستطيع جمع أنصاف التفاعل للحصول على التفاعل الكلي كما يلي:



هل يمكن اعتبار تفاعل $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$ تفاعل تأكسد واختزال رغم عدم فقد الإلكترونات واكتسابها كلياً؟

فكر



للإجابة
مساحة

السؤال الان:

هل هناك قصور في تعريف التأكسد والاختزال بأنهما خسارة أو كسب للإلكترونات؟ بما أن هناك تفاعلات تأكسد واختزال لا تتضمن انتقالاً كاملاً للإلكترونات، فهذا يشير إلى وجود قصور في تعريف التأكسد والاختزال بأنهما خسارة أو كسب للإلكترونات. وبسبب ذلك أصبح من الضروري الحديث عن مفهوم أكثر شمولاً، ليعبر عن تفاعلات التأكسد والاختزال، وهو مفهوم عدد لتأكسد.

عدد التأكسد

عدد التأكسد في **المركبات الأيونية** هو: الشحنة الفعلية لأيون الذرة.
عدد التأكسد في **المركبات الجزيئية** هو: الشحنة التي يفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو كسبت الذرة التي لها أعلى كهرسلبية إلكترونات الرابطة كلياً وخسرت الأخرى هذه الإلكترونات.



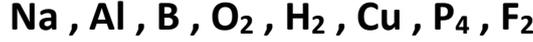
وهنا تحمل ذرة الهيدروجين (H) شحنة جزيئية موجبة وذرة الكلور (Cl) شحنة جزيئية سالبة لان كهرسلبية (Cl) أعلى منها للهيدروجين (H).



قواعد عدد التأكسد

تعبر أعداد التأكسد عن عدد الإلكترونات التي يتم فقدها أو اكتسابها أو المشاركة بها، وقد يكون عدد التأكسد موجباً أو سالباً أو صفراً، ولحساب عدد التأكسد قواعد عامة وهي:

١- يكون عدد تأكسد العنصر الحر (المنفرد) يساوي صفراً، مثل:



٢- عدد تأكسد الأيون البسيط (المكون من ذرة واحدة) يساوي شحنة ذلك الأيون، مثل:



٣- (أ) عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى (الفلزات القلوية IA) يساوي +١، مثل:



(ب) عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية (الفلزات الترابية IIA) يساوي +٢ مثل:



(ج) عدد تأكسد الألمنيوم (Al^{3+}) يساوي +٣

٤- عدد تأكسد عناصر المجموعة السابعة (الهالوجينات VIIA) يساوي -١ مع الفلزات فقط، مثل:



ما عدا الفلور (F^-) يكون دائماً -١ في جميع المركبات

٥- عدد تأكسد الهيدروجين (H) يساوي +١ في جميع المركبات، باستثناء:

هيدريدات الفلزات فيكون عدد تأكسده يساوي -١، مثل: $\text{AlH}_3, \text{BaH}_2, \text{NaH}$

٦- عدد تأكسد الأكسجين في مركباته يساوي -٢ في جميع المركبات، باستثناء:

(أ) فوق الأكاسيد يكون عدد تأكسده يساوي -١ مثل: H_2O_2

(ب) مع الفلور يكون عدد تأكسده يساوي +٢ وذلك لأن الفلور أعلى كهربية من الأكسجين

فيحمل الشحنة السالبة بينما يحمل الأكسجين الشحنة الموجبة، مثل: OF_2 أو F_2O

٧- في المركبات المتعادلة يكون مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات يساوي صفر.

٨- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في الأيون متعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.



القاعدة المستخدمة في إيجاد عدد تأكسد عنصر ما

الشحنة الكلية = (عدد ذرات العنصر الأول × عدد تأكسده) + (عدد ذرات العنصر الثاني × عدد تأكسده) + ...

مثال ما عدد تأكسد الكروم Cr في كل من:



(1) CrO_3 ← (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تأكسده) = الشحنة الكلية

$$0 = (\text{عدد تأكسد Cr} \times 1) + (2- \times 3)$$

$$6+ = \text{عدد تأكسد Cr}$$

(2) CrO_2^- ← (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تأكسده) = الشحنة الكلية

$$-1 = (\text{عدد تأكسد Cr} \times 1) + (2- \times 2)$$

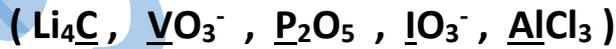
$$3+ = \text{عدد تأكسد Cr}$$

(3) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ← (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تأكسده) = الشحنة الكلية

$$-2 = (\text{عدد تأكسد Cr} \times 2) + (2- \times 7)$$

$$6+ = \text{عدد تأكسد Cr}$$

😊 سؤال: ما عدد تأكسد ما تحته خط في كل مما يأتي:



مساحة للإجابة



← مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على عدد التأكسد →

ان تفاعلات التأكسد والاختزال يرافقها تغير في أعداد التأكسد لبعض ذرات العناصر في التفاعل، إذ يزداد عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت، في حين يقل عدد التأكسد للذرات التي اختزلت.

علاقة التأكسد والاختزال بعدد التأكسد

تأكسد ← زيادة ← عدد التأكسد ← نقصان ← اختزال

التأكسد: زيادة في عدد التأكسد.
الاختزال: نقصان في عدد التأكسد.

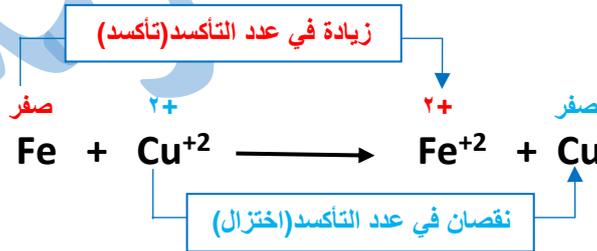
مثال بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد في التفاعل الآتي:



أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:



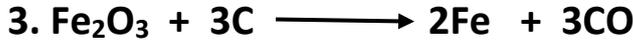
ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت:



الذرة التي تأكسدت هي الحديد والذرة التي اختزلت هي النحاس



😊 سؤال: حدد الذرات التي تأكسدت، والذرات التي اختزلت في التفاعلات الآتية:



مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ٦٠

يتفاعل الكلور مع الصوديوم لإنتاج كلوريد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



◀ حدد ذرة العنصر التي تأكسدت وذرة العنصر التي اختزلت.

◀ اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في التفاعل.

الإجابة:

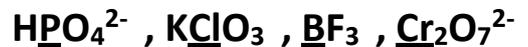
◀ ذرة الصوديوم Na تأكسدت، وذرة الكلور Cl اختزلت.

◀ نصف تفاعل التأكسد: $\text{Na} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$

◀ نصف تفاعل الاختزال: $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-$

سؤال صفحة ٦٣

ما عدد تأكسد الذرة التي تحتها خط في كل مما يأتي:



يتبع الإجابة...



الإجابة:



$$6+ = \text{س} \leftarrow (2 \times \text{س}) + (7 \times 2) = 2-$$



$$3+ = \text{س} \leftarrow (\text{س} \times 1) + (3 \times 1) = \text{صفر}$$



$$5+ = \text{س} \leftarrow (1 \times 1) + (\text{س} \times 1) + (3 \times 2) = \text{صفر}$$



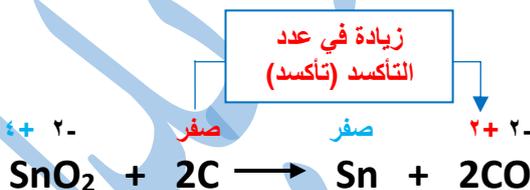
$$5+ = \text{س} \leftarrow (1 \times 1) + (\text{س} \times 1) + (4 \times 2) = 2-$$

سؤال صفحة ٦٦

حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في كل من المعادلتين الاتيتين بالاعتماد على التغير عدد التأكسد:

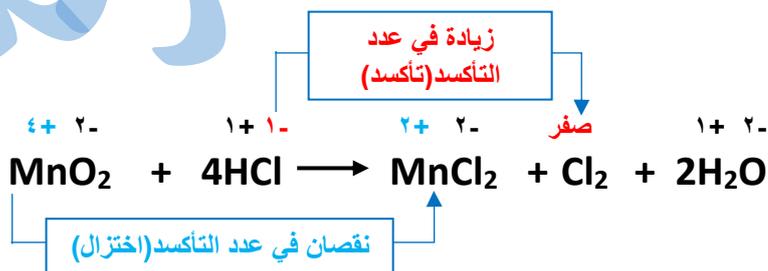


الإجابة:



نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

القصدير (Sn) اختزل و الكربون (C) تأكسد



المنغنيز (Mn) اختزل و الكلور (Cl) تأكسد



العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

التأكسد: هو فقد المادة للإلكترونات (زيادة في عدد التأكسد) وتسمى المادة التي تأكسدت **عامل مختزل**، لأنها تختزل المادة الأخرى.

الاختزال: هو كسب المادة للإلكترونات (نقصان في عدد التأكسد) وتسمى المادة التي اختزلت **عامل مؤكسد**، لأنها تؤكسد المادة الأخرى.

يعد المركب كاملاً أو الأيون عاملاً مؤكسداً أو عاملاً مختزلاً وليس الذرة فقط

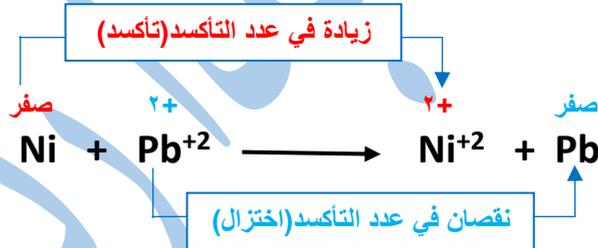
مثال بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:



ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت:

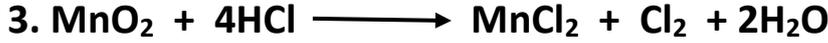
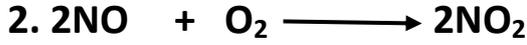


الذرة التي تأكسدت هي النيكل والذرة التي اختزلت هي الرصاص

العامل المؤكسد هو أيون الرصاص Pb^{2+} والعامل المختزل هو النيكل Ni



😊 سؤال: حدد الذرات التي تأكسدت، والذرات التي اختزلت، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات الآتية:



مساحة للإجابة

مثال هل يحتاج حدوث نصف التفاعل الآتي إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ فسر إجابتك.



نحدد طبيعة نصف التفاعل، وبما أن الإلكترونات في المواد المتفاعلة نستنتج أنه نصف تفاعل اختزال. أي أن أيونات الحديد Fe^{3+} قد اختزلت، وكي يتم اختزال هذه الأيونات، فلا بد من وجود عامل مختزل يختزلها. وعليه فإن نصف التفاعل يحتاج لعامل مختزل.

😊 سؤال: هل يحتاج حدوث أنصاف التفاعلات الآتية إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ فسر إجابتك.



مساحة للإجابة



← التأكسد والاختزال الذاتي →

هو وجود مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد وعامل مختزل في نفس التفاعل

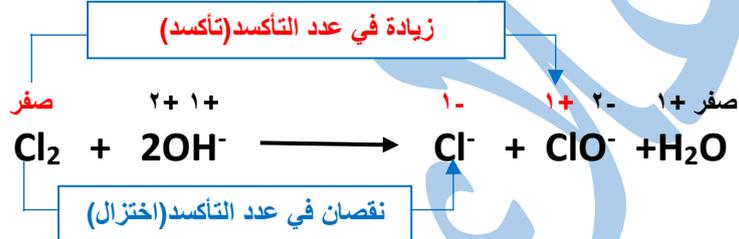
مثال حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:



ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت:



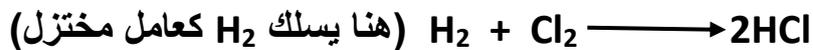
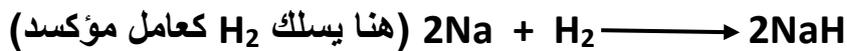
نلاحظ أن Cl_2 تأكسد فهو عامل مختزل، كما أن Cl_2 نفسه قد اختزل في نفس التفاعل فهو عامل مؤكسد، وبذلك يسمى هذا التفاعل **تفاعل تأكسد واختزال ذاتي**.

😊 سؤال: حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

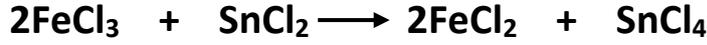
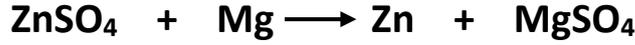


للإجابة
مساحة

هناك مواد قد تسلك كعامل مؤكسد في تفاعل كيميائي وكعامل مختزل في تفاعل كيميائي آخر مثال ذلك الهيدروجين:



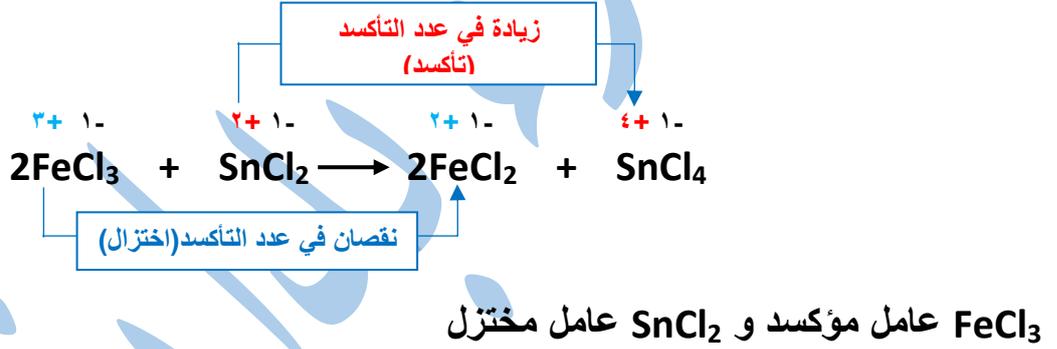
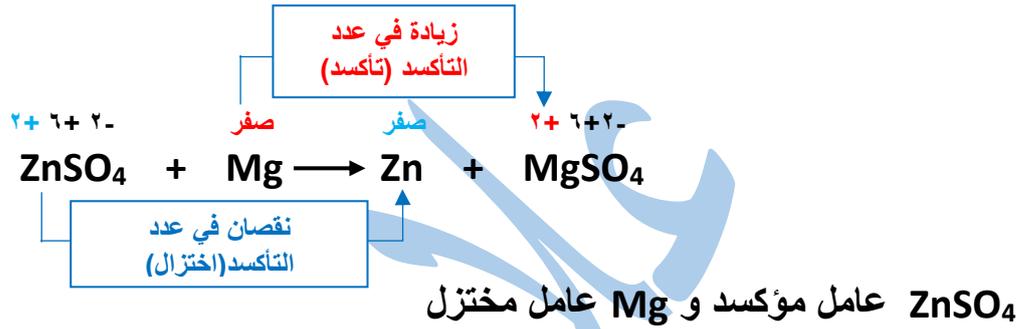
❖ حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلين الآتيين:



❖ أيّ نصفي التفاعلين الآتيين يحتاج لعامل مؤكسد؟ وأيها يحتاج لعامل مختزل؟



الإجابة: الفرع الأول:



الفرع الثاني:

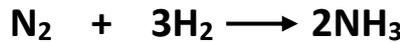
يحتاج عامل مختزل



يحتاج عامل مؤكسد



في أي التفاعلين الآتيين يكون سلوك النيتروجين N₂ كعامل مؤكسد، وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل.



الإجابة:



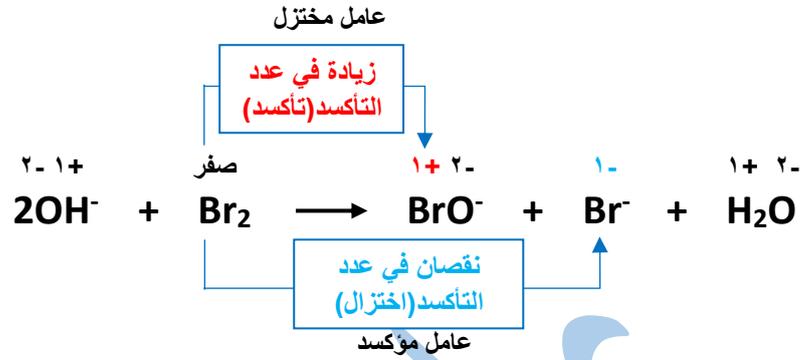


سؤال صفحة ٦٩

بيّن سلوك البروم Br_2 كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل الآتي:



الإجابة:



موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون-إلكترون)

- يجب توفر الشرطين الآتيين كي تكون المعادلة الكيميائية موازنة:
- 1- قانون حفظ المادة، وينص على: تساوي أعداد الذرات وأنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية.
 - 2- قانون حفظ الشحنة، وينص على: تساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية.

خطوات الموازنة بطريقة نصف التفاعل

- 1- نقسم التفاعل إلى نصفين، اعتماداً على المواد المتفاعلة والنتيجة.
- 2- نوازن ذرات العناصر، وذلك بتساوي أعداد الذرات وأنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية.
- 3- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية.
- 4- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
- 5- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموازنة.

مثال وازن معادلة التفاعل الآتية:



1- نقسم التفاعل إلى نصفين:



2- نوازن الذرات، وهنا الذرات متساوية عدداً ونوعاً

3- نوازن الشحنة الكهربائية:

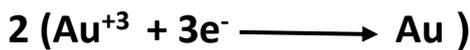
في النصف الأول نلاحظ أن عدد التأكسد زاد بمقدار 2 نتيجة فقد الإلكترونات أي ان Cu تأكسد ولذلك نضع إلكترونين في المواد الناتجة:



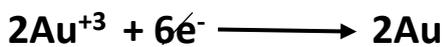
في النصف الثاني نلاحظ أن عدد التأكسد نقص بمقدار 3 نتيجة كسب الإلكترونات أي ان Au اختزل ولذلك نضع 3 إلكترونات في المواد المتفاعلة:



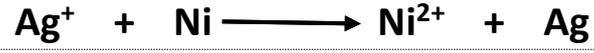
4- نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



5- نجمع نصفي التفاعل:



😊 سؤال: وازن معادلة التفاعل الآتية:



مساحة للإجابة

😊 سؤال: وازن معادلة التفاعل الآتية:



مساحة للإجابة



← موازنة المعادلات في وسط حمضي →

هناك اختلاف في موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث في وسط حمضي، حيث أن للماء وأيون الهيدروجين H^+ دور هام في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي، ولمعرفة كيفية موازنة المعادلات في الوسط الحمضي اتبع الخطوات الآتية:

- ١- نقسم التفاعل إلى نصفين، اعتماداً على المواد المتفاعلة والنتيجة.
- ٢- نوازن كل نصف تفاعل على النحو الآتي:
 - أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين.
 - ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين.
 - ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين.
 - د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.
- ٣- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
- ٤- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموزونة.



وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



١- نقسم التفاعل إلى نصفين:



٢- نوازن كل نصف تفاعل على النحو الآتي:

أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين، وهنا عدد ذرات Bi متساوي.



ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين. وهنا عدد ذرات الأكسجين في المواد المتفاعلة = ٤ بينما في المواد الناتجة = صفر لذا نضيف ٤ جزيئات من الماء H_2O إلى المواد الناتجة.



ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين، وهنا عدد ذرات الهيدروجين في المواد الناتجة = ٨ وفي المواد المتفاعلة = صفر لذا نضيف ٨ أيونات من H^+ إلى المواد المتفاعلة.



د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.



لذا نضيف ٢ إلكترون إلى المواد المتفاعلة



٣- نطبق الخطوات السابقة على نصف التفاعل الثاني:

أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين، وهنا عدد ذرات Cl متساوي.



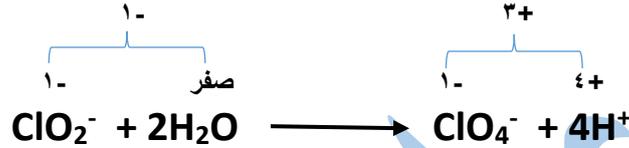
ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين. وهنا عدد ذرات الأكسجين في المواد المتفاعلة = ٢ بينما في المواد الناتجة = ٤ لذا نضيف جزيئين من الماء H_2O إلى المواد المتفاعلة.



ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والنتيجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين، وهنا عدد ذرات الهيدروجين في المواد الناتجة = صفر وفي المواد المتفاعلة = ٤ لذا نضيف ٤ أيونات H^+ من H^+ إلى المواد الناتجة.



د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.



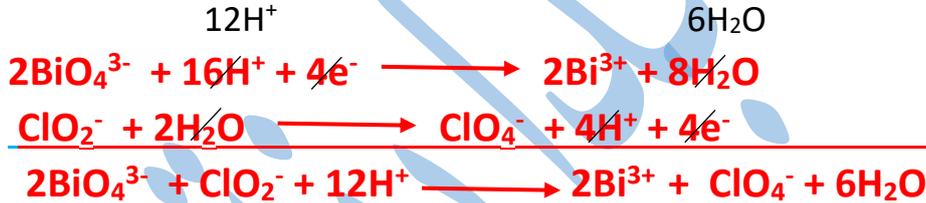
لذا نضيف ٤ إلكترونات إلى المواد الناتجة



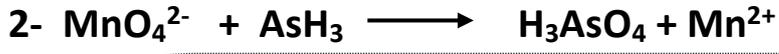
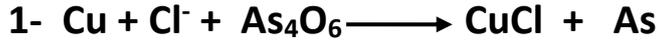
٤- نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة، وذلك بضرب نصف تفاعل الاختزال ب ٢



٥- نجمع نصفي التفاعل:



😊 سؤال: وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



علاء بدارنة

مساحة للإجابة



← موازنة المعادلات في وسط قاعدي →

هناك اختلاف في موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث في وسط قاعدي، حيث أن للماء وأيون الهيدروكسيد OH^- دور هام في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط القاعدي، ولمعرفة كيفية موازنة المعادلات في الوسط القاعدي اتبع الخطوات الآتية:

- ١- نستخدم نفس الخطوات السابقة في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي.
- ٢- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
- ٣- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموزونة.
- ٤- نضيف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة.
- ٥- نجمع أيونات OH^- و H^+ الموجودة في طرف واحد من المعادلة معاً للحصول على جزيئات الماء.
- ٦- نحذف عدداً متساوياً من جزيئات الماء المشتركة من الطرفين، لتبقى جزيئات الماء في أحدهما فقط.

مثال وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:



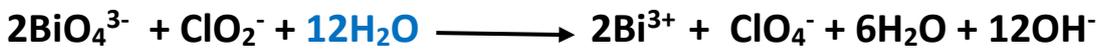
١- قمنا باستخدام خطوات موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي في المثال السابق وحصلنا على المعادلة الآتية:



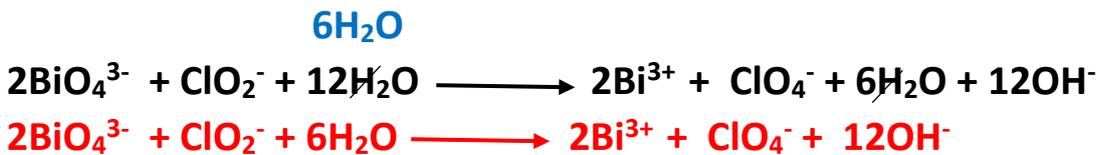
٢- نضيف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة، وهنا عدد أيونات H^+ يساوي ١٢ أيون، فتصبح المعادلة:



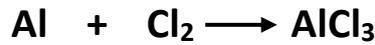
٣- نجمع أيونات OH^- و H^+ الموجودة في طرف واحد من المعادلة معاً للحصول على جزيئات الماء H_2O ، فتصبح المعادلة:



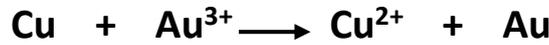
٤- نحذف عدداً متساوياً من جزيئات الماء المشتركة من الطرفين، لتبقى جزيئات الماء في أحدهما فقط، فتصبح المعادلة:



❖ وازن المعادلة الكيميائية الآتية بطريقة المحاولة والخطأ، ثم تحقق من قانوني حفظ المادة والشحنة في طرفي المعادلة:



❖ لماذا تعد المعادلة الكيميائية الآتية غير موزونة:

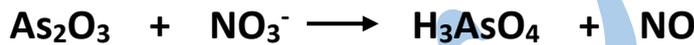
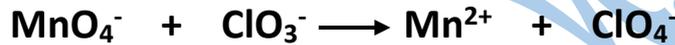


الإجابة:

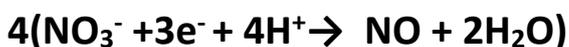


الفرع الثاني: لعدم تحقق قانون حفظ الشحنة لأن المجموع الجبري للشحنات في المواد المتفاعلة $3+ =$ ، وفي المواد الناتجة $2+ =$

وازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



الإجابة:



$7\text{H}_2\text{O}$



4H^+





وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل فيها:



الإجابة:



4H₂O



تطبيقات حياتية

سخان الطعام عديم اللهب

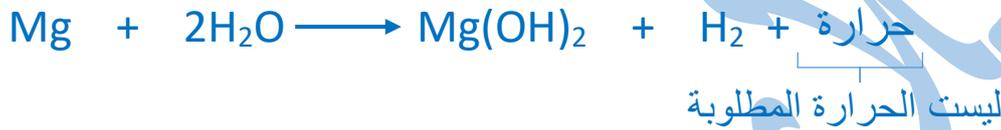
Flameless Ration Heater

أهميته:

حل مشكلة تسخين الوجبات الجاهزة التي يتناولها رواد الفضاء.

مبدأ عمله:

- يتفاعل المغنيسيوم مع الماء فيتأكسد منتجا أكسيد المغنيسيوم حيث يرافق هذا التفاعل توليد حرارة.



- يضاف الحديد وملح الطعام إلى المغنيسيوم المتفاعل فينتقل من التفاعل طاقة حرارية تقدر بـ ٣٥٥ كيلوجول وهي الحرارة المطلوبة.

مكوناته:

كيس شبه منفذ يحتوي خليط المغنيسيوم والحديد والملح موضوع في كيس بلاستيكي مقاوم للحرارة.



طريقة الاستخدام:

يوضع الكيس شبه المنفذ والوجبة المراد تسخينها والمغلفة جيدا في الكيس البلاستيكي المقاوم، ثم تضاف إليهما كمية من الماء، ويتركان لمدة ١٠ دقائق.



(١) وضح المقصود بكل مما يأتي:

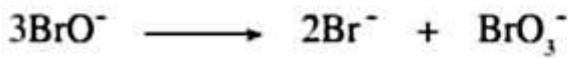
عدد التأكسد، العامل المؤكسد، العامل المختزل، التأكسد والاختزال الذاتي.

(٢) ما عدد تأكسد النيتروجين N في كل مما يأتي: N_2O_3 ، N_2O ، NO ، NH_3 ، NO_2 ؟

(٣) حدّد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعلين الآتيين باستخدام التغير في عدد التأكسد:



(٤) حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلتين الآتيتين:



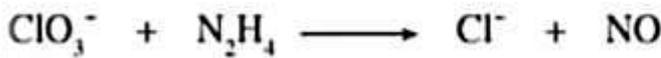
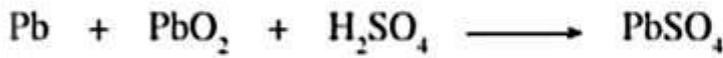
(٥) أيّ من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مختزل: H^- ، Mg ، Na^+ ، Cl^- ، F_2

(٦) أيّ من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد: H^+ ، O^{2-} ، Br_2 ، K ، Ca^{2+}

(٧) مثل التحولات الآتية بأنصاف تفاعلات موزونة في وسط حمضي:



(٨) وازن المعادلات الآتية في وسط حمضي:



(٩) وازن المعادلات الآتية في وسط قاعدي:



(١)

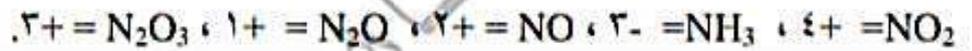
- عدد التأكسد: الشحنة الفعلية لأيون الذرة في المركبات الأيونية أما في المركبات الجزيئية فهو الشحنة التي يفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو كسبت التي لها أعلى كهروسلبية إلكترونات الرابطة كليا وخسرت الأخرى هذه الإلكترونات.

- العامل المؤكسد: المادة التي يحدث لها اختزال في التفاعل وتتسبب في تأكسد غيرها.

- العامل المختزل: المادة التي يحدث لها تأكسد في التفاعل وتتسبب في اختزال غيرها.

- التأكسد والاختزال الذاتي: سلوك المادة كعامل مؤكسد وكمعامل مختزل في التفاعل نفسه.

(٢) عدد تأكسد N في:



(٣)



ذرة النيتروجين N حدث لها تأكسد

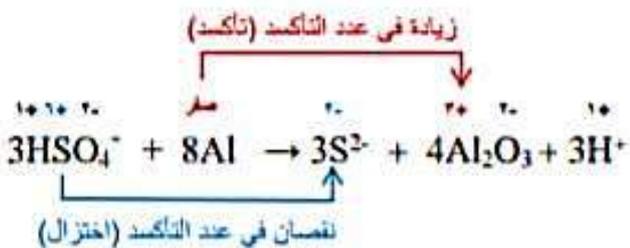
ذرة الكلور Cl حدث لها اختزال



ذرة الكبريت اختزلت تغير عدد تأكسدها من صفر ← -٢

ذرة الكبريت تأكسدت تغير عدد تأكسدها من صفر ← +٤ (تأكسد واختزال ذاتي)





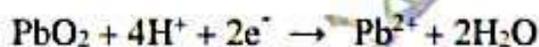
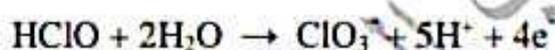
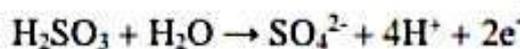
(٤) عامل مؤكسد HSO_4^- ، عامل مختزل Al



(٥) عامل مختزل وعامل مؤكسد (تأكسد واختزال ذاتي) BrO^-

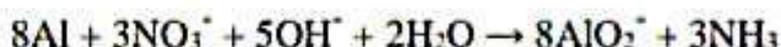
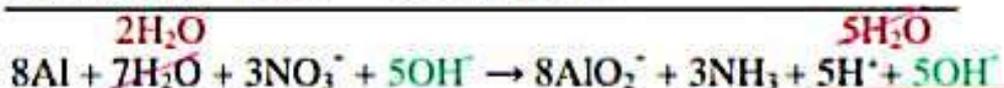
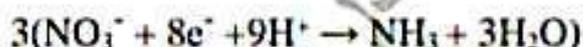
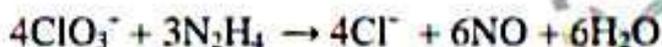
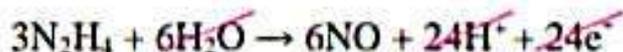
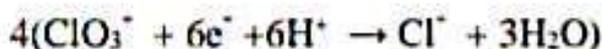
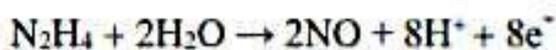
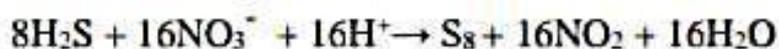
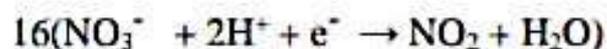
(٦) H^+ , Mg , Cl^-

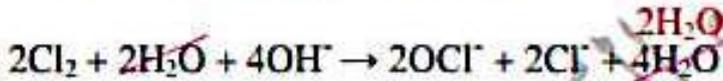
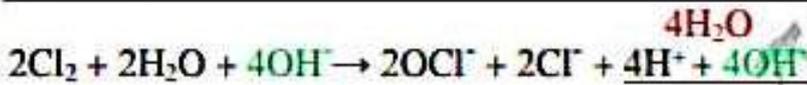
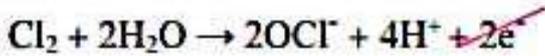
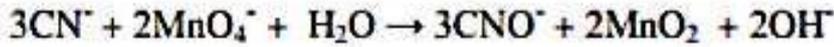
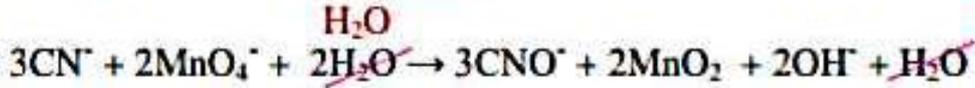
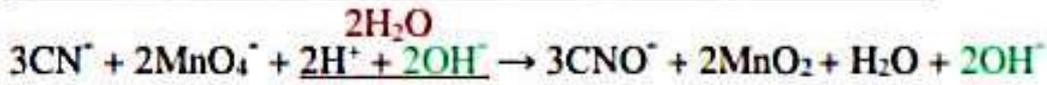
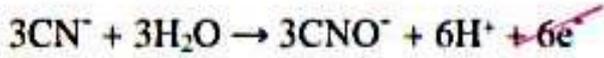
(٧) H^+ , Br_2 , Ca^{2+}



(٨)









الخلايا الكهركيميائية Electrochemical Cells

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

١. تميز أنواع الخلايا الكهركيميائية.
٢. تحدد مكونات الخلايا الكهركيميائية، وكيفية عمل كل منها.
٣. توضح المقصود بجهد الخلية المعياري.
٤. ترتب العوامل المختزلة والعوامل المؤكسدة وفق جهود الاختزال المعيارية.
٥. تحسب جهد الخلية الكهركيميائية، وتحدد تلقائية حدوث التفاعل فيها.
٦. تتنبأ بنواتج التحليل الكهربائي لمصاهير المركبات الأيونية ومحاليلها.
٧. تبين بعض التطبيقات العملية للخلايا الكهركيميائية.

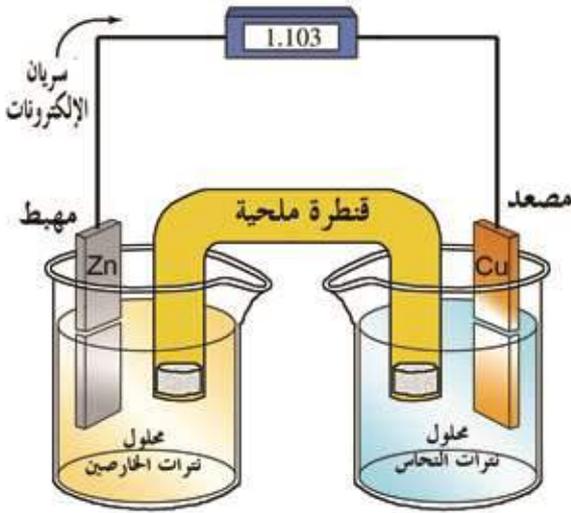


الخلايا الغلفانية

هي خلايا يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائي لإنتاج طاقة كهربائية، ومن التطبيقات عليها البطاريات بأنواعها المختلفة.

ممّ تتكون الخلية الغلفانية؟؟؟

يبين الشكل الآتي خلية لقطبي النحاس والزنك غلفانية وتتكون من:



١- وعائين منفصلين: كل وعاء يحتوي على قطب فلزي مغموس في محلول كهربي يحتوي على نفس أيونات الفلز.

٢- أسلاك توصيل: تسمح للإلكترونات بالانتقال بين القطبين.

٣- قنطرة ملحية: وهي عبارة عن أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الاملاح المشبعة مثل KCl حيث تعمل على:

(أ) اكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل دون اختلاطها.

(ب) موازنة الشحنات الكهربائية في المحاليل.

٤- فولتميتر: يستخدم لقياس جهد الخلية.

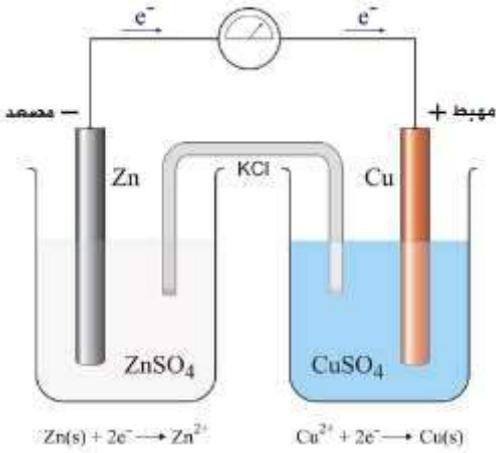
في الخلايا الغلفانية يحدث التأكسد على المصعد (القطب السالب) فيزداد تركيز الأيونات في خلية المصعد وتقل كتلة المصعد، أما الاختزال فيحدث على المهبط (القطب الموجب) فيقل تركيز الأيونات في خلية المهبط وتزداد كتلة المهبط.

تكون حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية (الاسلاك) من المصعد (القطب السالب) إلى المهبط (القطب الموجب).

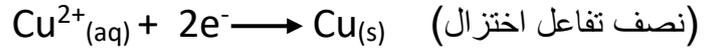
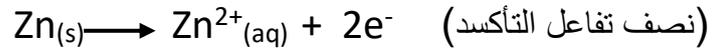
بينما تكون حركة الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو نصف وعاء خلية المصعد لمعادلة الزيادة في الشحنات الموجبة، أما الأيونات الموجبة فتتجه إلى نصف وعاء خلية المهبط لمعادلة الزيادة في الشحنات السالبة.



سؤال: ادرس الخلية الغلفانية الآتية، ثم أجب عما يلي:



١- اكتب معادلات أنصاف التفاعل عند كل قطب.



٢- حدد المصعد والمهبط في الخلية، وشحنة كل منهما.

المصعد هو قطب الخارصين (Zn) وشحنته سالبة

المهبط هو قطب النحاس (Cu) وشحنته موجبة

٣- ماذا يحدث لكتلة كل من النحاس والخارصين بعد مدة من الزمن.

تزداد كتلة النحاس (المهبط) بينما تقل كتلة الخارصين (المصعد)

٤- ماذا يحدث لتركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و Cu^{2+} و SO_4^{2-} في نصف خلية النحاس.

يزداد تركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و SO_4^{2-} ويقل تركيز Cu^{2+}

٥- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية (الأسلاك).

تتحرك الإلكترونات من قطب الخارصين (المصعد) إلى قطب النحاس (المهبط).

٦- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية.



😊 سؤال: إذا علمت ان التفاعل الآتي يحدث بصورة تلقائية، أجب عما يليه:



١- أكتب أنصاف التفاعلات عند كل قطب.

٢- ماذا يحدث لتركيز Sn^{2+} بعد فترة من الزمن.

٣- ما اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية.

٤- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Sn و Ag .

مساحة للإجابة



← جهد الخلية الغلفانية →

ينتج التيار الكهربائي في الخلية الغلفانية نتيجة دفع الإلكترونات للتحرك من القطب السالب (المصعد) إلى القطب الموجب (المهبط) عبر الأسلاك، والقوة التي تدفع الإلكترونات تسمى بالقوة الدافعة الكهربائية للخلية، وهي أكبر فرق لقيمة فرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية، وتقاس بوحدة الفولت (V).

ويعتبر جهد الخلية الغلفانية (E) مقياساً للقوة الدافعة للتفاعل، وهو يتأثر بعدة عوامل لذلك يقاس في ظروف معيارية وهي:

١. تركيز الأيونات (١مول/لتر) ٢. درجة الحرارة (٢٥س°) ٣. ضغط الغاز إن وجد (١ض.ج)
- ويرمز لجهد الخلية المعياري بالرمز (E°) ويقاس بوحدة الفولت، وعليه يمكن إيجاد جهد القطب للخلية من خلال العلاقة الآتية:

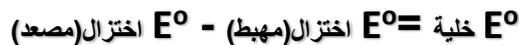


إن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في قطب معين عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للقطب نفسه، لذا فإن جهد الاختزال (E° اختزال) لنفس القطب يساوي جهد التأكسد (E° تأكسد) ولكن يعاكسها في الإشارة، لذلك يمكن تمثيل العلاقة السابقة على النحو:



مثال في التفاعل الآتي $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$ احسب جهد الخلية المعياري، علماً أن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس = ٠,٣٤ فولت ولقطب الحديد = -٠,٤٤ فولت.
من المعادلة أعلاه نلاحظ:

تأكسد ذرات الحديد Fe (المصعد) واختزال أيونات النحاس Cu^{2+} (المهبط) وعليه:



$$= ٠,٣٤ - (-٠,٤٤) = ٠,٧٨ \text{ فولت}$$



☺ سؤال: في التفاعل الآتي $\text{Cd(s)} + \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ni(s)}$ إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري لقطب الكاديوم $\text{Cd} = -0,40$ فولت ولقطب النيكل $\text{Ni} = -0,23$ فولت، احسب E° للخلية؟

مساحة للإجابة

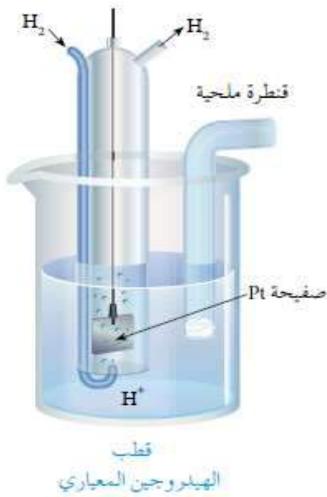
قطب الهيدروجين المعياري

تم استخدام قطب الهيدروجين كقطب مرجعي لاستخدامه مع قطب آخر لتكوين خلية غلفانية وحساب جهد القطب الآخر بعد قياس جهد الخلية، ويعود اختيار قطب الهيدروجين كقطب معياري لموقعه المتوسط بين العناصر في نشاطه الكيميائي، مما يسهل استخدامه كمصعد أو مهبط اعتماداً على طبيعة القطب الآخر في الخلية.

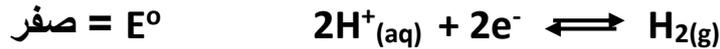
مَمَّ يتكون قطب الهيدروجين المعياري؟؟؟

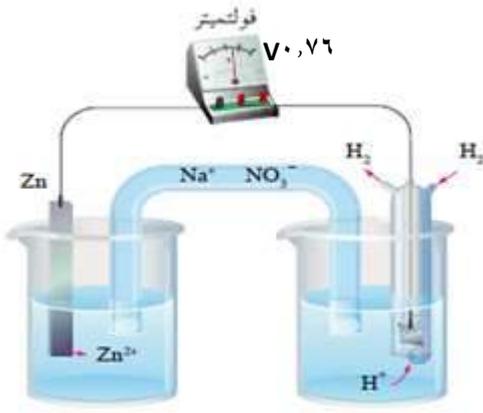
يبين الشكل المجاور قطب الهيدروجين المعياري حيث يتكون من:

قطب بلاتين مغموس في محلول حمضي يحتوي أيونات H^+ بتركيز (1 مول/لتر) وتحت ضغط (1 ض.ج) من غاز الهيدروجين، حيث تعمل قطعة البلاتين على توفير مساحة سطح كبيرة لحدوث التفاعل.



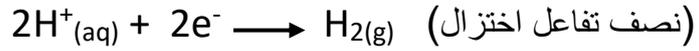
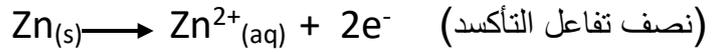
• يمثل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة الآتية:





سؤال: يمثل الشكل المجاور خلية غلفانية قطباها من الخارصين والهيدروجين، ادرس الشكل ثم أجب عما يلي:

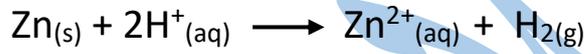
١- اكتب معادلات أنصاف التفاعل عند كل قطب.



٢- حدد المصعد والمهبط في الخلية.

المصعد هو قطب الخارصين (Zn) وشحنته سالبة
المهبط هو قطب الهيدروجين (H₂) وشحنته موجبة

٣- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية.



٤- احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين.

ملاحظة: قيمة جهد الخلية المعياري من قراءة الفولتميتر = ٠,٧٦ فولت

E° خلية = E° اختزال (مهبط) - E° اختزال (مصعد)

$0,76 = \text{صفر} - E^\circ$ اختزال (Zn)

E° اختزال (Zn) = - ٠,٧٦ فولت

😊 سؤال: خلية غلفانية في الظروف المعيارية مكونة من الفضة والهيدروجين، وجد ان قيمة E° للخلية = ٠,٨٠ فولت، احسب جهد الاختزال المعياري للفضة، إذا كان قطب الفضة يمثل القطب الموجب؟

ملاحظة: قطب الفضة يمثل القطب الموجب أي يمثل (المهبط)

مساحة للإجابة



← جدول جهود الاختزال المعيارية →

تم معرفة جهود الاختزال المعيارية لأقطاب كثيرة اعتماداً على قطب الهيدروجين المعياري، وتم وضعها في جدول على شكل أنصاف تفاعلات اختزال، رتبت تصاعدياً وفق تزايد جهود الاختزال المعيارية سميَّ بجدول جهود الاختزال المعياري.

نصف تفاعل الاختزال				E° (الفرات)
$\text{Li}^+_{(aq)}$	+	e^-	\rightleftharpoons	$\text{Li}_{(s)}$ ٣,٠٥-
$\text{K}^+_{(aq)}$	+	e^-	\rightleftharpoons	$\text{K}_{(s)}$ ٢,٩٢-
$\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Ca}_{(s)}$ ٢,٧٦-
$\text{Na}^+_{(aq)}$	+	e^-	\rightleftharpoons	$\text{Na}_{(s)}$ ٢,٧١-
$\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Mg}_{(s)}$ ٢,٣٧-
$\text{Al}^{3+}_{(aq)}$	+	$3e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Al}_{(s)}$ ١,٦٦-
$\text{Mn}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Mn}_{(s)}$ ١,١٨-
$2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{OH}^-_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$ ٠,٨٣-
$\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Zn}_{(s)}$ ٠,٧٦-
$\text{Cr}^{3+}_{(aq)}$	+	$3e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Cr}_{(s)}$ ٠,٧٣-
$\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Fe}_{(s)}$ ٠,٤٤-
$\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Cd}_{(s)}$ ٠,٤٠-
$\text{Co}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Co}_{(s)}$ ٠,٢٨-
$\text{Ni}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Ni}_{(s)}$ ٠,٢٣-
$\text{Sn}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Sn}_{(s)}$ ٠,١٤-
$\text{Pb}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Pb}_{(s)}$ ٠,١٣-
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$	+	$3e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Fe}_{(s)}$ ٠,٠٤-
$2\text{H}^+_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{H}_{2(g)}$ ٠,٠٠
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Cu}_{(s)}$ ٠,٣٤
$\text{I}_{2(s)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{I}^-_{(aq)}$ ٠,٥٤
$\text{Ag}^+_{(aq)}$	+	e^-	\rightleftharpoons	$\text{Ag}_{(s)}$ ٠,٨٠
$\text{Hg}^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Hg}_{(l)}$ ٠,٨٥
$\text{Br}_{2(l)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{Br}^-_{(aq)}$ ١,٠٩
$\text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^+$	+	$4e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ١,٢٣
$\text{Cl}_{2(g)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{Cl}^-_{(aq)}$ ١,٣٦
$\text{Au}^{3+}_{(aq)}$	+	$3e^-$	\rightleftharpoons	$\text{Au}_{(s)}$ ١,٥٠
$\text{F}_{2(g)}$	+	$2e^-$	\rightleftharpoons	$2\text{F}^-_{(aq)}$ ٢,٨٧

زيادة قوة المؤكسد

زيادة قوة المختزل



- ملاحظات عامة على جدول جهود الاختزال المعياري:
 - ١- من أعلى لأسفل الجدول تزداد جهود الاختزال أي يزداد الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مؤكسدة.
 - ٢- من أسفل لأعلى الجدول تقل جهود الاختزال أي يقل الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مختزلة.
 - ٣- كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد وعامل مختزل، مثل:

$$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s}) \quad (\text{Li}^+ \text{ اختزل فهو عامل مؤكسد})$$

$$\text{Li}(\text{s}) \longrightarrow \text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \quad (\text{Li}^+ \text{ تأكسد فهو عامل مختزل})$$

- يستفاد من جدول جهود الاختزال المعياري:

١ حساب جهد الخلية المعياري:

عند تصميم خلية غلفانية اعتماداً على قيم (E°) فإن:

المهبط (يحدث له اختزال) هو العنصر الذي له أعلى (E°).
المصعد (يحدث له تأكسد) هو العنصر الذي له أقل (E°).

وبعد تحديد المهبط والمصعد نستطيع حساب جهد الخلية المعياري من خلال العلاقة:

$$E^\circ \text{ خلية} = E^\circ \text{ اختزال (مهبط)} - E^\circ \text{ اختزال (مصعد)}$$

ولعمل خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد يتم اختيار فلزين:

أعلى (E°) (أقوى عامل مؤكسد) و أقل (E°) (أقوى عامل مختزل).

ولعمل خلية غلفانية لها أقل فرق جهد يتم اختيار فلزين:

نقوم بالترتيب ومن ثم إيجاد أقل فرق في الجهد بين فلزين متتاليين.

مثال احسب قيمة الجهد المعياري لخلية غلفانية قطباها من الكالسيوم Ca والمنغنيز

Mn مستعينا بجدول جهود الاختزال المعياري؟

بالرجوع للجدول فإن (E°) للكالسيوم = -٢,٧٦ فولت و (E°) للمنغنيز = -١,١٨ فولت

العنصر الذي له أعلى (E°) يمثل المهبط وهو Mn

العنصر الذي له أقل (E°) يمثل المصعد وهو Ca

وبالتعويض بالعلاقة:

$$E^\circ \text{ خلية} = E^\circ \text{ اختزال (مهبط)} - E^\circ \text{ اختزال (مصعد)}$$

نجد أن:

$$E^\circ \text{ خلية} = -١,١٨ - (-٢,٦٧) = ١,٥٨ \text{ فولت}$$



😊 سؤال: بالاستعانة بجدول جهود الاختزال المعياري، أجب عما يلي:

- ١- خلية غلفانية قطباها من الرصاص (Pb) والنيكل (Ni)، حدد المهبط والمصعد لهذه الخلية.
- ٢- أحسب جهد الاختزال المعياري لخلية غلفانية قطباها من الفضة (Ag) والخرصين (Zn).
- ٣- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية لها أعلى فرق جهد من الفلزات الآتية:
(Al , Zn , Sn , Co , Cd)
- ٤- خلية غلفانية قطباها من النيكل (Ni) والنحاس (Cu)، وجد أن جهد هذه الخلية = ٠,٥٩ فولت، احسب جهد اختزال النيكل، علماً أن جهد اختزال النحاس = +٠,٣٤ فولت.
- ٥- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية لها أعلى فرق جهد من الفلزات الآتية:
(Al , Zn , Sn , Co , Cd)

مساحة للإجابة



٢ تحديد تلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال:

إذا كانت قيمة (E° خلية) موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي.
أما إذا كانت قيمة (E° خلية) سالبة فإن التفاعل يحدث بشكل غير تلقائي.
وبازدياد القيمة الموجبة لجهد الخلية تزداد القوة الدافعة لحدوث التفاعل.

مثال

هل يحدث التفاعل الآتي بصورة تلقائية أم لا ؟ وإذا كان غير تلقائي، اكتب معادلة التفاعل التلقائي؟



بالرجوع للجدول فإن (E°) للكروم = -٠,٧٣ فولت و (E°) للخارصين = -٠,٧٦ فولت وبالتعويض بالعلاقة:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = E^{\circ} \text{ اختزال (مهبط)} - E^{\circ} \text{ اختزال (مصعد)}$$

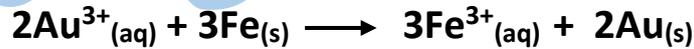
نجد أن:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = -٠,٧٦ - (-٠,٧٣) = -٠,٠٣ \text{ فولت.}$$

E° خلية سالبة وعليه فإن التفاعل غير تلقائي الحدوث، فيكون التفاعل العكسي هو التلقائي:



😊 سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري حدد تلقائية حدوث التفاعل الآتي:



مساحة للإجابة



عند السؤال: هل يمكن حفظ أو تحريك محلول A في وعاء أو سلك أو ملعقة من B فإن:

- A تتواجد على شكل أيونات، فيحدث لها اختزال وB توجد على شكل ذرات وتمثل الفلز فيحدث لها تأكسد وبناءً على ذلك نحسب قيمة E° خلية فإذا كانت:
- 1- E° خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه لا يمكن الحفظ أو التحريك.
 - 2- E° خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن الحفظ أو التحريك.

مثال

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الألمنيوم في وعاء من الخارصين؟ وضح إجابتك.

كبريتات الألمنيوم عبارة عن محلول أي تتواجد على شكل أيونات فيحدث لها اختزال (مهبط) ووعاء الخارصين يوجد على شكل ذرات ويمثل الفلز فيحدث له تأكسد (مصدر) وبالرجوع لجدول جهود الاختزال المعياري نجد أن:

E° للخارصين = -0,76 فولت و E° للألمنيوم = -1,66 فولت

وبالتعويض بالعلاقة:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = E^{\circ} \text{ اختزال (مهبط)} - E^{\circ} \text{ اختزال (مصدر)}$$

نجد أن:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = -1,66 - (-0,76) = -0,90 \text{ فولت}$$

E° خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن الحفظ أو التحريك.

😊 سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري، هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة بملعقة من النيكل؟ وضح إجابتك.

مساحة للإجابة



عند السؤال: أي الفلزات تحرر (تطلق) غاز الهيدروجين H_2 عند تفاعلها مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl ؟

- ✓ الفلزات التي تتفاعل مع محاليل الحموض (يتأكسد الفلز ويختزل الحمض)، وتطلق غاز الهيدروجين H_2 هي الفلزات التي لها **جهود اختزال سالبة**.
- ✓ أما الفلزات التي لا تتفاعل مع محاليل الحموض ولا تطلق غاز الهيدروجين H_2 هي التي لها **جهود اختزال موجبة**.

مثال أي الفلزات الآتية تتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) مطلقة غاز الهيدروجين H_2 : (Cd , Au , Al , Ag , Zn) ؟

بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعياري، الفلزات التي لها جهود اختزال سالبة تتفاعل مع محلول الحمض وتطلق غاز الهيدروجين H_2 وهي:
(Cd , Al , Zn)

☺ سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري، عدد ثلاثة فلزات تطلق (تحرر) غاز H_2 عند تفاعلها مع محاليل الحموض المخففة؟

للإجابة
مساحة

انتبه!!!

عند الاختيار من الجدول نقوم باختيار الفلزات فقط واستثناء المركبات مثل H_2O واللافلزات مثل Br_2 و Cl_2



٣ مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة:

بزيادة قيمة جهود الاختزال المعياري للأقطاب يزداد الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مؤكسدة، وكلما قلت قيمة جهود الاختزال يقل الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مختزلة.

أقوى عامل مؤكسد يمتلك أعلى قيمة (E°)
أقوى عامل مختزل يمتلك أقل قيمة (E°)

أقوى عامل مؤكسد يسبب التأكسد لجميع المواد التي تعلوه في جدول جهود الاختزال المعياري.

أقوى عامل مختزل يسبب الاختزال لجميع المواد التي أسفله في جدول جهود الاختزال المعياري.

مثال

ادرس الجدول الآتي ثم أجب عما يليه:

فولت (E°)	نصف تفاعل الاختزال
-٢,٧٦	$\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow \text{Ca}_{(s)}$
-٠,٧٦	$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow \text{Zn}_{(s)}$
-٠,٤٤	$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow \text{Fe}_{(s)}$
+٠,٣٤	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow \text{Cu}_{(s)}$

١- حدد أقوى عامل مؤكسد.

أقوى عامل مؤكسد يمتلك أعلى قيمة (E°) وهو Cu

٢- حدد أقوى عامل مختزل.

أقوى عامل مختزل يمتلك أقل قيمة (E°) وهو Ca

٣- هل يستطيع عنصر الخارصين اختزال أيونات الحديد؟ وضح إجابتك.

نعم، لأن عنصر الحديد يقع أسفل عنصر الخارصين في جدول جهود الاختزال المعياري. وأيضاً عند حساب جهد اختزال الخلية (E°) نجد أن:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = E^{\circ} \text{ اختزال (مهبط)} - E^{\circ} \text{ اختزال (مصدق)}$$

$$E^{\circ} \text{ خلية} = -٠,٧٦ - (-٠,٤٤) = -٠,٣٢ \text{ فولت}$$

E° خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن للخارصين اختزال الحديد

٤- هل تستطيع أيونات النحاس أكسدة عنصر الكالسيوم؟ وضح إجابتك.

نعم، لأن عنصر الكالسيوم يقع أعلى عنصر النحاس في جدول جهود الاختزال المعياري. وعند حساب جهد اختزال الخلية (E°) نجد أن:

$$E^{\circ} \text{ خلية} = -٠,٣٤ - (-٢,٧٦) = ٢,٤٢ \text{ فولت}$$

E° خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن للنحاس أكسدة الكالسيوم.



😊 سؤال: بالاستعانة بجدول جهود الاختزال المعياري، أجب عما يلي:

- ١- هل يستطيع H_2 اختزال Ag^+ ؟
- ٢- ما العنصر الذي يستطيع أكسدة النحاس Cu ولا يستطيع أكسدة أيونات الحديد Fe^{2+} ؟
- ٣- رتب المواد التالية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مؤكسدة:
(Al^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+})
- ٤- أي الفلزات الآتية (Al , Ni , Zn) أقواها كعامل مختزل؟
- ٥- هل يستطيع Au اختزال Cu^{2+} ؟

علاء بدارنة

مساحة للإجابة

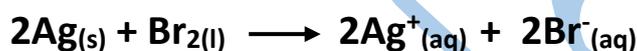


😊 سؤال: اعتماداً على قيم جهود الاختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات في الجدول المجاور أجب عما يلي:

فولت (E°)	نصف تفاعل الاختزال
٠,٨٠+	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$
١,٦٦-	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$
٠,٢٣-	$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}(\text{s})$
٠,٧٦-	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$
١,٠٩+	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$

- ١- حدد أقوى عامل مؤكسد، وأقوى عامل مختزل.
- ٢- حدد الفلزات التي تحرر غاز الهيدروجين عند تفاعلها مع محلول حمض HCl المخفف.
- ٣- رتب الفلزات حسب تزايد قوتها كعوامل مختزلة.
- ٤- حدد الفلزين الذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد.

٥- وضح إمكانية حدوث التفاعل الآتي في الظروف المعيارية:



- ٦- هل يمكن حفظ $\text{Br}_2(\text{l})$ وعاء من النيكل.
- ٧- عند بناء خلية غلفانية مكونة من (Ni/Zn):
 (أ) حدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما.
 (ب) احسب جهد الخلية المعياري.
 (ج) ماذا يحدث لكتلة القطب (Zn) وتركيز (Ni^{2+}) بعد فترة من الزمن.

مساحة للإجابة



☺ سؤال: لديك الفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية (A , B , C)، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة، وجد أنه:

- عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B أن الإلكترونات تنتقل من B إلى A.
- أيونات B^{2+} تؤكسد العنصر C.

أجب عما يلي:

- ١- رتب أيونات الفلزات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة.
- ٢- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
- ٣- حدد الفلز الذي يختزل B^{2+} .
- ٤- أي القطبين يمثل المهبط في الخلية الغلفانية المكونة من A و B.

مساحة للإجابة

☺ سؤال: إذا علمت أن التفاعلات الآتية تميل للحدوث تلقائياً:

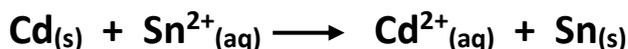


- ١- رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة.
- ٢- حدد الأيونات التي تستطيع أكسدة العنصر Sn.
- ٣- اختر فلزين يكونان خلية غلفانية بأعلى فولتية.
- ٤- عند عمل خلية غلفانية من قطبي Ni و Pb :
أ- حدد المهبط والمصعد ب- ماذا يحدث لكتلة Pb بعد فترة من الزمن.

مساحة للإجابة

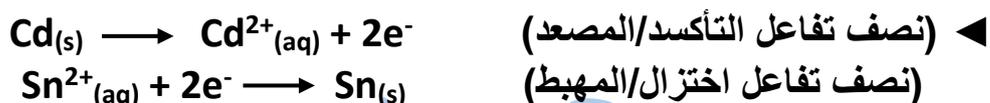


إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث في خلية غلفانية، فأجب عن الأسئلة التي تليه:



- ◀ اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- ◀ حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية.
- ◀ أي القطبين Cd أم Sn تزداد كتلته مع استمرار مرور التيار الكهربائي.

الإجابة:



- ◀ تتحرك الإلكترونات من قطب المصعد الكادميوم (Cd) إلى قطب المهبط القصدير (Sn).
- ◀ تزداد كتلة قطب القصدير (Sn) مع استمرار مرور التيار.

إذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,Y) في الظروف المعيارية تساوي (٠,٥٧) فولت وأن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,W) في الظروف المعيارية تساوي (٠,٧٨) فولت، وأن المادة X في الخليتين هي المهبط، فأبي العنصرين (Y,W) أكثر ميلاً للتأكسد.

الإجابة:

بما أن E° للخلية $(X,Y) = 0,57$ فولت وهو أقل من E° للخلية $(X,W) = 0,78$ فولت، وبما أن قطب المهبط هو العنصر X وهو نفسه في الخليتين، فإن العنصر W أكثر ميلاً للتأكسد من العنصر Y.



خلايا التحليل الكهربائي

هي خلايا يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال بتأثير تيار كهربائي غير تلقائي، لإحداث تفاعل كيميائي.

قد يكون التحليل الكهربائي لمحلول أو مصهور مادة أيونية وهما في الحالتين يوصلان التيار الكهربائي بسبب وجود أيونات حرة الحركة، فعند مرور تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية، تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة.

التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الأيونية

في خلايا التحليل الكهربائي يكون المهبط هو القطب السالب ويحدث عليه الاختزال، أما المصعد فهو القطب الموجب ويحدث عليه التأكسد.

وفي التحليل الكهربائي لأي مصهور فإن:

- الأيون الموجب (الفلز) هو الذي يختزل.
- الأيون السالب (الهالوجين X) هو الذي يتأكسد إلى $(I_2(l), Br_2(l), Cl_2(g) : X_2)$.

مثال

يمثل الشكل المجاور خلية تحليل كهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl،

ادرسه ثم أجب عما يليه:

١- ما مكونات خلية التحليل الكهربائي.

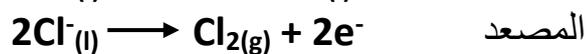
تتكون خلية التحليل الكهربائي من: أسلاك و أقطاب غرافيت، وعاء يحتوي مصهور مادة كهربية، بطارية.

٢- أي الأقطاب يمثل المصعد وأيها يمثل المهبط.

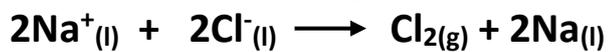
المصعد هو القطب الموجب

المهبط هو القطب السالب

٣- أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند كل قطب.



٤- اكتب التفاعل الكلي.



٥- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور NaCl.

١- تكون الصوديوم (Na) على المهبط. ٢- انطلاق غاز الكلور (Cl_2) عند المصعد

٦- احسب E° لهذه الخلية. (مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري).

$$E^\circ \text{ خلية} = E^\circ \text{ اختزال (مهبط)} - E^\circ \text{ اختزال (مصعد)}$$

$$E^\circ \text{ خلية} = 2,71 - 1,36 = 1,35 \text{ فولت}$$

E° خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يستخدم تيار كهربائي (بطارية)

لدفع الإلكترونات في الدارة الخارجية.



😊 سؤال: ما نواتج التحليل الكهربائي لمصاهير كل من LiH و CuCl₂ ؟ اكتب معادلة التفاعل الكلي.

التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية

عند التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية نَتَّبِعُ القواعد الآتية:

١- يكون الاختزال :

أ- لأيونات فلزات العناصر الانتقالية، مثل: (Zn²⁺ , Pb²⁺ , Ag⁺ , Ni²⁺ , Cu²⁺ , ...) في حال وجود محاليلها وليس للماء.

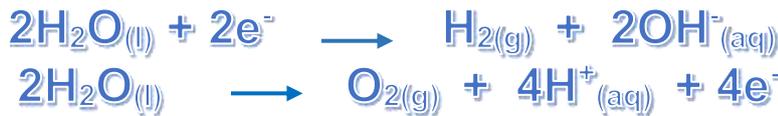
ب- للماء، في حال وجود محاليل أيونات الفلزات الممثلة، مثل: (K⁺ , Na⁺ , Li⁺ , Mg²⁺ , Ca²⁺ , Al³⁺)

٢- يكون التأكسد :

أ- لأيونات (I⁻ , Br⁻ , Cl⁻ , H⁻) في حال وجودها، وليس للماء.

ب- للماء، في حال وجود أيونات المجموعات، مثل: (SO₄²⁻ , NO₃⁻).

👉 يلاحظ تأكسد الهالوجين والهيدروجين (I⁻ , Br⁻ , Cl⁻ , H⁻) على المصعد في حال وجود أيوناته على شكل مصهور أو محلول.
كما يلاحظ اختزال أيونات العناصر الانتقالية (Zn²⁺ , Pb²⁺ , Ag⁺ , Ni²⁺ , Cu²⁺ , ...) على المهبط سواء في المصهور أو المحلول.



معادلة اختزال الماء
معادلة تأكسد الماء

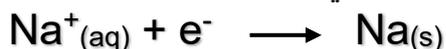


في خلية تحليل كهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl، ما نواتج التحليل الكهربائي لهذا المحلول.

يتفكك محلول كلوريد الصوديوم في الماء كما في المعادلة:

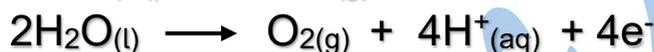


١- المهبط (القطب السالب): يتواجد عليه أيونات Na^+ وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات الاختزال المحتملة هي:



التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو: اختزال الماء، لأن أيونات Na^+ إحدى أيونات الفلزات الممثلة.

٢- المصعد (القطب الموجب): ويتواجد عليه أيونات Cl^- وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات التأكسد المحتملة هي:



التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو: تأكسد الكلور Cl^- ، وليس الماء.



نصف تفاعل الاختزال/المهبط



نصف تفاعل التأكسد/المصعد



التفاعل الكلي

نواتج التحليل:

١- عند المصعد تصاعد غاز الكلور Cl_2

٢- عند المهبط تصاعد غاز الهيدروجين H_2

٣- تكون محلول قاعدي من NaOH



في خلية تحليل كهربائي لمحلول نترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$ ، ما نواتج التحليل الكهربائي لهذا المحلول.

يتفكك محلول نترات الخارصين في الماء كما في المعادلة:

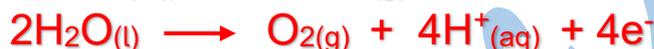


١- المهبط (القطب السالب): يتواجد عليه أيونات Zn^{2+} وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات الاختزال المحتملة هي:



التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو: اختزال الخارصين وليس الماء، لأنه فلز انتقالي.

٢- المصعد (القطب الموجب): ويتواجد عليه أيونات NO_3^- وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات التأكسد المحتملة هي:



التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو: تأكسد الماء، لأن NO_3^- مجموعة أيونية.



نصف تفاعل الاختزال/المهبط



نصف تفاعل التأكسد/المصعد



التفاعل الكلي

نواتج التحليل:

١- ترسب الخارصين Zn عند المهبط

٢- تصاعد غاز الأكسجين O_2 عند المصعد

٣- تكون محلول حمضي من HNO_3

سؤال: هل يمكن تحضير عنصر النيكل من محاليل أملاحه، باستخدام التحليل الكهربائي؟ فسر إجابتك.

نعم يمكن، لأن جهد اختزال النيكل أكبر من جهد اختزال الماء



سؤال: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل كل من NaNO_3 و KI ؟ اكتب معادلة التفاعل الكلي.

مساحة للإجابة

علاء بدارنة



تطبيقات حياتية

استخدام اليود في المجال الطبي

يوديد البوتا سيوم: مركب غير ع ضوي، يوجد على شكل بلورات بيضاء.

يتأين يوديد البوتاسيوم في الماء كما في المعادلة:



وتعد نواتج تحليله كهربائياً من التطبيقات العملية الشائعة الاستخدام في المجال الطبي.

نواتج التحليل:

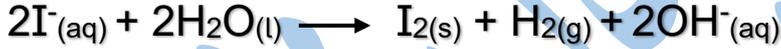
المهبط (القطب السالب): تختزل جزيئات الماء، وينتج غاز الهيدروجين H_2 كما في المعادلة:



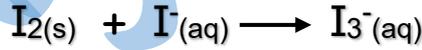
المصعد (القطب الموجب): تتأكسد أيونات اليود، منتجة اليود I_2 كما في المعادلة:



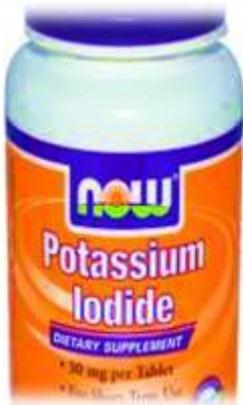
وعليه التفاعل الكلي هو:



حيث يتفاعل اليود الناتج من التفاعل مع أيون اليود مكوناً أيون I_3^- البني اللون كما في المعادلة:



أهمية أيون I_3^- تكمن في تحضير الأدوية التي تستخدم في علاج المرضى، إذا نقص إفراز اليود عندهم أو استؤصلت الغدة الدرقية من أجسامهم.



أسئلة الفصل وإجاباتها

(١) وضح المقصود بكل من:

جهد الخلية المعياري، قطب الهيدروجين المعياري، المصعد، المهبط، القنطرة الملحية، التحليل الكهربائي.

(٢) أكمل الجدول الآتي، مبيّنًا الفرق بين الخلية الغلفانية و خلية التحليل الكهربائي من حيث:

الاجواب	الخلية الغلفانية	خلية التحليل الكهربائي
تحولات الطاقة		
شحنة المصعد		
شحنة المهبط		
تلقائية التفاعل		
إشارة E° للخلية		

(٣) اعتمادًا على معادلة التفاعل الآتي:



والذي يحدث في الخلية الغلفانية الموضحة في الشكل

(٢-١٤)، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) حدّد المصعد والمهبط في الخلية، وشحنة كل منهما .

ب) اكتب نصف تفاعل التأكسد، ونصف تفاعل الاختزال اللذين يحدثان عند قطبي الخلية.

ج) بيّن اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية.

د) احسب E° لهذه الخلية.

(٤) مستعينًا بجدول جهود الاختزال المعيارية (٢-١)، حدّد أيًا من الفلزات الآتية: Sn، Cu، Zn،

يمكن أن تستخدم أقطابًا للخلية التي تعطي أقل جهد معياري من بين الخلايا الممكن تكوينها من هذه الفلزات، ثم احسب E° لهذه الخلية.



٥) خلية غلفانية قطباها من الرصاص Pb والنحاس Cu، ويحدث فيها التفاعل الآتي:



أ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الرصاص Pb مع استمرار تشغيل الخلية؟
ب) ماذا يحدث لتركيز أيونات النحاس Cu^{2+} ؟

٦) الجدول المجاور يمثل خلايا غلفانية لعدد من الفلزات الافتراضية (A، B، C، D، E)، التي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها. ادرس المعلومات في الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم الخلية	قطبا الخلية	المهبط	الجهد المعياري (فولت)
١	B/A	A	١,١
٢	B/C	C	٢
٣	C/D	D	٠,٢٥
٤	E/B	B	٢,٥

أ) أيّ الفلزات له أعلى جهد اختزال: E أم A؟

ب) ما العامل المؤكسد الأقوى؟

ج) هل يمكن تحريك محلول نترات D بملعقة من A؟

د) حدّد حركة الإلكترونات في الخلية الغلفانية التي قطباها (A و C) عبر الأسلاك.

هـ) هل تستطيع أيونات A^{2+} أكسدة العنصر B؟

٧) مستعينا بالجدول (٢-١)، بيّن ما نواتج التحليل الكهربائي التي تنتج عند الأقطاب لكل من:

أ) محلول كبريتات الخارصين ZnSO_4 .

ب) محلول فلوريد البوتاسيوم KF.

ج) مصهور هيدريد الصوديوم NaH.

٨) يُستخدم التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI في تحضير أيون I_3^- الذي يدخل في

صناعة أدوية علاج الغدة الدرقية. اكتب المعادلات التي توضح ذلك.



٩) الجدول الآتي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من الأقطاب. ادرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

نصف تفاعل الاختزال	E° (فولت)
$Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$	٠,٨٠
$Co^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Co$	٠,٢٨-
$K^{+} + e^{-} \longrightarrow K$	٢,٩٢-
$2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow 2OH^{-} + H_2$	٠,٨٣-

أ) حدّد العامل المختزل الأقوى.

ب) أيّ الفلزات يستطيع تحرير الهيدروجين من محاليله الحمضية المخففة؟

ج) هل يمكن تحضير عنصر الكوبلت Co من محاليل أحد أملاحه باستخدام التحليل الكهربائي؟

د) احسب E° للخلية الغلفانية المكوّنة من Ag و Co.

ر



(1)

- جهد الخلية المعياري : مقياس للقوة الدافعة الكهربائية والتي تنشأ بسبب الاختلاف في فرق الجهد بين قطبي الخلية، ويقاس في الظروف المعيارية.

- قطب الهيدروجين المعياري : قطب مرجعي يمكن استخدامه لمعرفة جهد الاختزال المعياري لقطبي الخلية الغلفانية عندما يكون تركيز أيونات المذاب 1 مول/لتر وضغط الغاز 1 ص. جو وعند درجة حرارة 25°س.

- المصعد : القطب الذي تحدث عنده أو له عملية التأكسد في الخلايا الكهروكيميائية.

- المهبط : القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال في الخلايا الكهروكيميائية.

- القطرة الملحية : أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحوي محلولاً مشبعاً لأحد الأملاح يصل بين قطبي الخلية الغلفانية لحفظ التوازن الكهربائي للشحنات .

- التحليل الكهربائي: إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية؛ لإحداث تغير كيميائي.

(2)

خلية التحليل الكهربائي	الخلية الغلفانية	
من كهربائية إلى كيميائية	من كيميائية إلى كهربائية	تحولات الطاقة
موجبة	سالبة	شحنة المصعد
سالبة	موجبة	شحنة المهبط
غير تلقائي	تلقائي	تلقائية التفاعل
سالبة	موجبة	إشارة E° للخلية

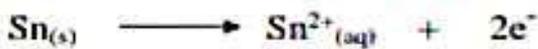
(3)

(أ)

المصعد: القصدير (Sn) وشحنته سالبة.

المهبط: الفضة (Ag) وشحنته موجبة.

(ب)



نصف تفاعل التأكسد / المصعد



نصف تفاعل الاختزال / المهبط

(ج) تتحرك الإلكترونات من المصعد القصدير (Sn) إلى المهبط الفضة (Ag).



$$= 0,80 - 0,14 = 0,66 \text{ فولت}$$



(٤)

القطبان اللذان يكونان خلية غلفانية لها أقل فرق جهد هما النحاس Cu والتصدير Sn .

$$E^{\circ}(\text{القطب}) = E^{\circ}(\text{القطب النحاس}) - E^{\circ}(\text{القطب التصدير})$$

$$= 0.34 - 0.14 = 0.48 \text{ فولت.}$$

(٥)

أ- نقل كتلة الرصاص (Pb).

ب- يقل تركيز أيونات النحاس (Cu^{2+}).

(٦)

أ) A (ب) D^{2+} (ج) لا يمكن (د) من A إلى C (هـ) نعم

(٧)

نواتج التحليل الكهربائي كما يلي:

المادة	عند المصعد	عند المهبط
محلول ZnSO_4	غاز الأكسجين O_2	ذرات الزنك Zn
محلول KF	غاز الأكسجين O_2	غاز الهيدروجين H_2
مصهور NaH	غاز الهيدروجين H_2	ذرات الصوديوم Na

(٨)



(٩)

أ) K (ب) Co و K (ج) نعم يمكن .

$$E^{\circ}(\text{القطب}) = E^{\circ}(\text{القطب المهبط}) - E^{\circ}(\text{القطب المصعد})$$

$$E^{\circ}(\text{القطب}) = E^{\circ}(\text{القطب المصعد}) - E^{\circ}(\text{القطب المصعد})$$

$$= 0.80 - (0.28) = 1.08 \text{ فولت.}$$



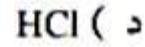
أسئلة الوحدة وإجاباتها

(١) اختر الإجابة الصحيحة لكل من الفقرات الآتية:

(١) إذا تأكسد كبريتيد الهيدروجين H_2S وأنتج حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؛ فإن مقدار التغير في عدد تأكسد الكبريت S هو:

- (أ) ٢ (ب) ٦ (ج) ٤ (د) ٨

(٢) المركب الذي يكون فيه عدد تأكسد الكلور Cl يساوي + ١ هو:

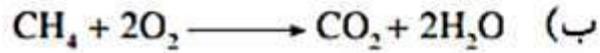


(٣) في المعادلة غير الموزونة الآتية: $Br^- + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Br_2 + NO$

عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة في التفاعل يساوي:

- (أ) ٣ (ب) ٦ (ج) ٢ (د) ١

(٤) أيّ التفاعلات الآتية يسلك فيها الأكسجين كعامل مختزل؟



(٥) في أيّ التحولات الآتية يحدث تأكسد لذرات النيتروجين؟



(٦) عند التحليل الكهربائي لمصهور NaCl باستخدام أقطاب الغرافيت، فإنه ينتج:
أ) ذرات الصوديوم عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.

ب) ذرات الصوديوم عند المصعد، وغاز الكلور عند المهبط.

ج) غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.

د) غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد.

(٧) أيُّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالخلية الغلفانية؟

أ) المهبط سالب. ب) التفاعل تلقائي.

ج) جهد الخلية سالب. د) الاختزال عند المصعد.

(٨) إذا علمت أن العنصر X يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl، وينتج غاز

الهيدروجين، والعنصر Y لا يستطيع إطلاق غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl

المخفف، لذا فإن ترتيب جهود الاختزال المعيارية لأيونات العناصر تكون:

أ) $X^+ < Y^{2+} < H^+$ ب) $Y^{2+} < X^+ < H^+$

ج) $Y^{2+} < H^+ < X^+$ د) $X^+ < H^+ < Y^{2+}$

(٩) خلية غلفانية قطباها Ni/Pb، واتجاه انحراف مؤشر الفولتميتر فيها باتجاه قطب

الرصاص. فأَيُّ العبارات الآتية تمثل ما يمكن أن يحدث في هذه الخلية؟

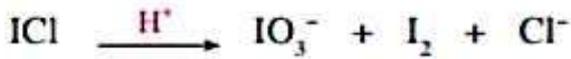
أ) كتلة الرصاص تزداد، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

ب) كتلة النيكل تقل، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

ج) كتلة الرصاص تقل، وتركيز أيوناته يزداد بمرور الزمن.

د) كتلة النيكل تزداد، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

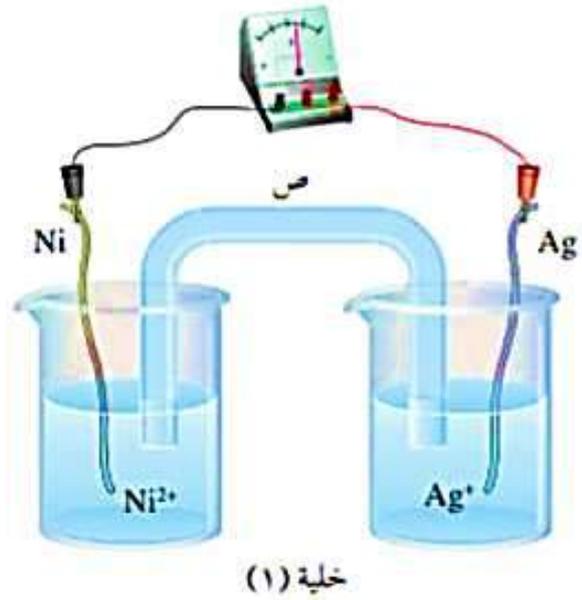
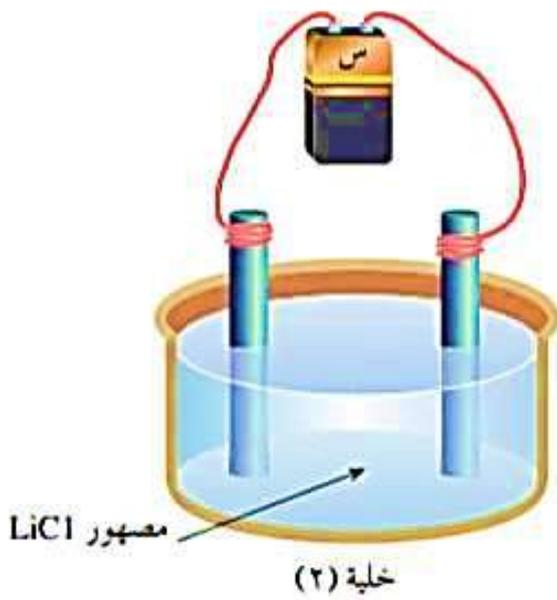
(٢) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل:



(٣) يمثل الشكل (٢-١٥) خليتين كهركيميائيتين. بالاستعانة بالجدول (٢-١)، أجب عن الأسئلة

التي تليهما:





الشكل (٢-١٥): خليتان كهركيميائيتان.

أ) ما نوع الخلية الثانية؟

ب) ما تحولات الطاقة في الخلية الأولى؟

ج) ماذا يمثل الرمز (ص) وما دوره في الخلية الأولى؟

د) ما التفاعل الذي يحدث عند المهبط في الخلية الثانية؟

هـ) ما التفاعل الذي يحدث عند المصعد في الخلية الأولى؟

و) ماذا يمثل الرمز (س)؟ وما دوره في الخلية الثانية؟

٤) يبين الجدول المجاور عددًا من التفاعلات التي تتم في عدد من الخلايا الغلفانية. ادرسه، ثم

أجب عن الأسئلة التي تليه:

التفاعلات الخلوية	E° (فولت)
$2Ag^{+} + Ni \longrightarrow 2Ag + Ni^{2+}$	١,٠٣
$Cu^{2+} + H_2 \longrightarrow 2H^{+} + Cu$	٠,٣٤
$Cu + 2Ag^{+} \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$	٠,٤٦
$Cu^{2+} + Ni \longrightarrow Cu + Ni^{2+}$	٠,٥٧
$Co + 2Ag^{+} \longrightarrow Co^{2+} + 2Ag$	١,٠٨

ما قيمة جهد الاختزال المعياري للفضة؟

ب) خلية غلفانية قطباها (Ag ، Ni). فأى القطبين تزداد كتلته مع الزمن؟



- (ج) خلية غلفانية تتكوّن من الاقطاب (Cu، Co)، احسب قيمة E^- للخلية.
- (د) رتب العناصر (Ag، Ni، Co، Cu) حسب قوتها كعوامل مختزلة تصاعديًا.
- (هـ) هل يمكن حفظ محلول $NiSO_4$ في وعاء مصنوع من Ag؟
- (و) أيّ الفلزين : Cu أم Ni يستطيع إطلاق غاز الهيدروجين من محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف؟
- (٥) إذا تم تزويد خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl بجهد مقداره ٣,٥ فولت، فهل تتوقع حدوث تفاعلات تأكسد واختزال؟ فسر إجابتك مستعينًا بجدول جهود الاختزال المعيارية (٢-١).
- (٦) لديك الفلزات A، B، C، D، X، Y والتي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها، فإذا علمت أن:

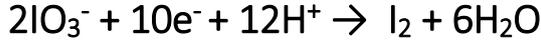
- أ (العنصر A يختزل أيونات X^{2+} ، ولا يختزل أيونات C^{2+} .)
- ب) يمكن حفظ محاليل كل من B و D في وعاء من Y.
- ج) يمكن استخلاص الفلز D من أيوناته باستخدام العنصر B.
- د (العنصر B لا يحرر الهيدروجين من محاليله الحمضية، ولكن العنصر X يذوب في محلول حمض HCl المخفف.

أجب عن الأسئلة الآتية:

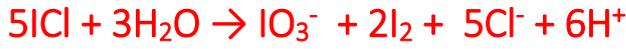
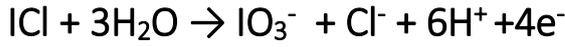
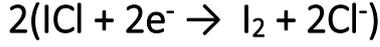
- (١) ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول DSO_4 ؟
- (٢) ما الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف، ولا يختزل أيونات D؟
- (٣) ماذا يحدث لكتلة القطب X في الخلية الغلفانية التي قطباها D و X؟
- (٤) ماذا يحدث لتركيز أيونات C^{2+} في خلية قطباها C و B؟
- (٥) هل يمكن حفظ محلول نترات العنصر A في وعاء مصنوع من الفلز B؟
- (٦) اكتب التفاعل الذي يحدث عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمصهور AH_2 .
- (٧) حدّد فلزين لعمل خلية غلفانية لها فرق جهد أعلى.



(١) د (١) ج (٢) ب (٣) د (٤) د (٥) د (٦) أ (٧) ب (٨) د (٩) أ



-٢



-٣



(٣)

- (أ) خلية تحليل كهربائي. (ب) من كيميائية إلى كهربائية.
(ج) ص: تمثل القنطرة الملحية وهي تعمل على حفظ التوازن في الشحنات الكهربائية في الخلايا الغلفانية.
(د) اختزال أيونات الليثيوم $\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$
(هـ) تأكسد النيكل $\text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
(و) البطارية هي مصدر الطاقة تزود الخلية بالطاقة حتى يحدث التفاعل.

(٤)

(أ) E^0 (اختزال الفضة) = ٠,٨٠ فولت

(ب) قطب Ag.

(ج) E^0 (التفاعل) = ٠,٦٢ فولت

(د) $\text{Co} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Ag}$

(هـ) نعم يمكن.

(و) Ni

(٥)

E^0 (التفاعل) = E^0 (اختزال الصوديوم) - E^0 (اختزال الكلور)
= ٢,٧١ - ١,٣٦ = ٤,٠٧ فولت

لا يحدث التفاعل لأن الخلية تحتاج لفرق جهد أكبر من ٤,٠٧ فولت حتى يحدث التفاعل.



- (٦)
- (١) غاز الأوكسجين O_2 عند المصعد و ذرات العنصر D عند المهبط.
 - (٢) Y
 - (٣) تقل كتلة X
 - (٤) يزداد تركيز أيونات C^{2+}
 - (٥) نعم يمكن
 - (٦) تتأكسد أيونات الهيدروجين كما يلي: $2H^- \rightarrow H_{2(g)} + 2e^-$
 - (٧) مع C مع Y

نهاية الوحدة الثانية

سرعة التفاعل الكيميائي

- ❖ سرعة التفاعل الكيميائي.
- ❖ نظرية التصادم والعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي.





سرعة التفاعل الكيميائي

Rate Of Chemical Reaction

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- ١- توضح المقصود بسرعة التفاعل الكيميائي.
- ٢- تقترح طرائق للتعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي وقياسها.
- ٣- تجري حسابات تتعلق بسرعة التفاعل الكيميائي.
- ٤- تبين أثر تركيز المواد المتفاعلة في سرعة التفاعل الكيميائي.
- ٥- تكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل الكيميائي.



مفهوم سرعة التفاعل

تعرف السرعة بشكل عام بأنها: مقياس التغير في كمية معينة في وحدة الزمن. وينطبق ذلك على التفاعل الكيميائي، حيث تعد سرعة التفاعل الكيميائي مقياساً لمقدار التغير في كميات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة في وحدة الزمن. الكمية تعني: تركيز أو حجم أو كتلة أو عدد مولات الخ. حيث تعتمد سرعة التفاعل الكيميائي على نوع الكميات المستخدمة وعليه:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في الكمية}}{\text{التغير في الزمن}}$$

فإذا كانت الكمية عبارة عن كتلة فيكون:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في الكتلة}}{\text{التغير في الزمن}}$$

ويقاس بوحدة (غ/ثانية)

أما إذا كانت الكمية عبارة عن حجم فيكون:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في الحجم}}{\text{التغير في الزمن}}$$

ويقاس بوحدة (مل/ثانية)

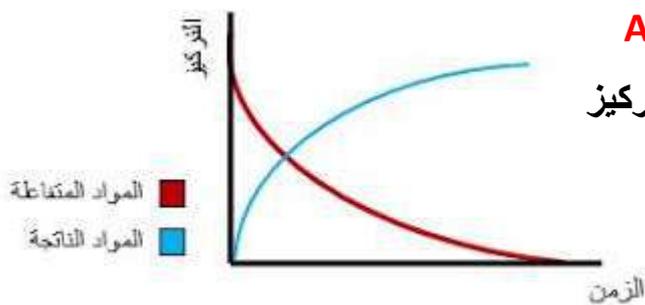
فإذا كانت الكمية عبارة عن تركيز وهو الأكثر شيوعاً فيكون:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في التركيز}}{\text{التغير في الزمن}}$$

ويقاس بوحدة (مول/لتر.ثانية)

ومن خلال النظر للتفاعل الآتي: $A \longrightarrow B$

نلاحظ نقصان تراكيز المواد المتفاعلة وزيادة تركيز المواد الناتجة مع الزمن.



وفي التفاعل الافتراضي الآتي:



يمكن التعبير عن معدل سرعة التفاعل كالتالي:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \text{معدل سرعة استهلاك A} = \frac{[A]\Delta-}{\Delta n}$$

أو:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \text{معدل سرعة إنتاج C} = \frac{[C]\Delta}{\Delta n}$$

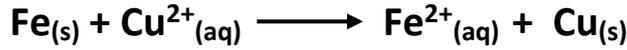
ويمكن أيضاً التعبير عن معدل سرعة التفاعل بدلالة التغير في الكتلة لـ X أو بدلالة الحجم لـ D

ما سبب وجود الإشارة السالبة عند حساب معدل السرعة للمادة A؟

لأن المادة A مادة متفاعلة (تستهلك) فإن تركيزها يتناقص مع الزمن وعند حساب معدل السرعة لها فإن التغير في التركيز يكون سالباً، لذلك يضرب التغير في التركيز بإشارة سالبة، لتصبح السرعة قيمة عددية موجبة.

مثال

ادرس التفاعل الآتي، ثم أجب عما يليه:



١- إذا كان تركيز Cu^{2+} يساوي ٠,٤ مول/لتر في بداية التفاعل، وعند مرور ١٠ ثواني أصبح ٠,٢ مول/لتر، احسب معدل سرعة التفاعل.

٢- احسب معدل سرعة إنتاج المادة Fe^{2+} .

الحل:

$$١- \text{معدل سرعة التفاعل} = \text{معدل سرعة استهلاك } \text{Cu}^{2+} = \frac{[\text{Cu}^{2+}]_{\Delta-}}{\Delta n}$$

$$= \frac{(٠,٤ - ٠,٢) \text{ مول/لتر}}{(١٠ - ٠) \text{ ثواني}} = ٠,٠٢ \text{ مول/لتر.ث}$$

٢- **نلاحظ أن عدد المولات متساوٍ لجميع المواد في التفاعل وعليه:**

معدل سرعة التفاعل = معدل سرعة إنتاج Fe^{2+} = معدل سرعة استهلاك Cu^{2+} = ٠,٠٢ مول/لتر.ث

هل يختلف معدل سرعة التفاعل باختلاف عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة؟



نعم، وقد اصطلح للتعبير عن معدل سرعة التفاعل الكلي بدلالة مول واحد من أي من المواد المتفاعلة أو الناتجة.

ومن خلال التفاعل الافتراضي الآتي: $aA + bB \longrightarrow cC$

يمكن التعبير عن معدل سرعة التفاعل وعلاقته بمعدل سرعة الاستهلاك للمواد المتفاعلة ومعدل سرعة الإنتاج للمواد الناتجة على النحو الآتي:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{1}{a} \text{ معدل سرعة استهلاك } A = \frac{1}{b} \text{ معدل سرعة استهلاك } B = \frac{1}{c} \text{ معدل سرعة إنتاج } C$$

وبالتعبير بدلالة التغير في التركيز مع الزمن:

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta n} = \frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta n} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta n}$$

مثال

ادرس التفاعل الآتي، ثم أجب عما يليه:



١- إذا كان تركيز CO_2 يساوي ٠,٢ مول/لتر في بداية التفاعل، وعند مرور ٥ ثواني أصبح ٠,١ مول/لتر، احسب معدل سرعة استهلاكه خلال التفاعل.

٢- احسب معدل سرعة إنتاج المادة O_2 والمادة CO .

٣- احسب معدل سرعة التفاعل.

الحل:

١- معدل سرعة استهلاك $\text{CO}_2 = \frac{[\text{CO}_2]\Delta -}{\Delta \text{ن}} = \frac{(0,2 - 0,1)}{(0 - 5)} = 0,02$ مول/لتر.ث

٢-

$$\frac{[\text{O}_2]\Delta}{\Delta \text{ن}} = \frac{[\text{CO}]\Delta}{\Delta \text{ن}} \times \frac{1}{2} = \frac{[\text{CO}_2]\Delta}{\Delta \text{ن}} \times \frac{1}{2}$$

$$0,01 \text{ مول/لتر.ث} = 0,02 \times \frac{1}{2} = \frac{[\text{O}_2]\Delta}{\Delta \text{ن}}$$

$$0,01 \text{ مول/لتر.ث} = 0,02 \times \frac{1}{2} = \frac{[\text{CO}]\Delta}{\Delta \text{ن}}$$

٣- معدل سرعة التفاعل = معدل سرعة إنتاج $\text{O}_2 = 0,01$ مول/لتر.ث

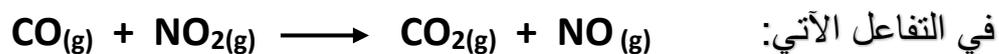
😊 سؤال: اكتب العلاقة بين معدل سرعة استهلاك H_2O_2 ومعدل سرعة إنتاج كلاً من O_2 و H_2O :



للإجابة
مساحة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١١٣



إذا علمت أن تركيز NO يساوي ٠,٤٠ مول/لتر بعد مرور ٤٥ ثانية من بدء التفاعل، ويساوي ٠,٨٥ مول/لتر بعد مرور ٨٠ ثانية على بدئه:

◀ احسب معدل سرعة التفاعل. ▶
◀ احسب معدل استهلاك CO ▶

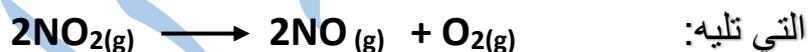
الإجابة:

◀ معدل سرعة التفاعل = معدل سرعة إنتاج NO = $\frac{0,4 - 0,85}{80 - 45}$ = ٠,٠١٣ مول/لتر.ث

◀ معدل سرعة استهلاك CO = معدل سرعة التفاعل = ٠,٠١٣ مول/لتر.ث

سؤال صفحة ١١٥

ادرس بيانات الجدول أدناه والمتعلقة بالتفاعل الآتي، والذي يحدث عند ٣٠٠ س، ثم أجب عن الأسئلة



الزمن (ث)	[NO ₂] مول/لتر
٠	٠,٠١٠٠
٥٠	٠,٠٠٨٠
١٠٠	٠,٠٠٦٥
١٥٠	٠,٠٠٥٥

◀ اكتب العلاقة بين معدل سرعة استهلاك NO₂ ومعدل سرعة إنتاج O₂

◀ احسب معدل سرعة استهلاك NO₂ في الفترة (٥٠ - ٠).

◀ احسب معدل سرعة استهلاك NO في الفترة (١٥٠ - ١٠٠).

◀ أي الفترات الآتية يكون معدل سرعة التفاعل فيها أعلى:
(٥٠-٠) ، أو (١٠٠ - ٥٠) ، أو (١٥٠-١٠٠)، ولماذا؟

الإجابة:

◀ $\frac{1}{2}$ معدل سرعة استهلاك NO₂ = معدل سرعة إنتاج O₂

◀ $\frac{0,0100 - 0,0080}{50 - 0} =$

◀ معدل سرعة استهلاك NO₂ = $\frac{0,0100 - 0,0080}{50 - 0} = 1,0 \times 10^{-4}$ مول/لتر.ث

◀ معدل سرعة إنتاج NO = معدل سرعة استهلاك NO₂ = $\frac{0,0065 - 0,0055}{100 - 50} = 1,0 \times 10^{-4}$

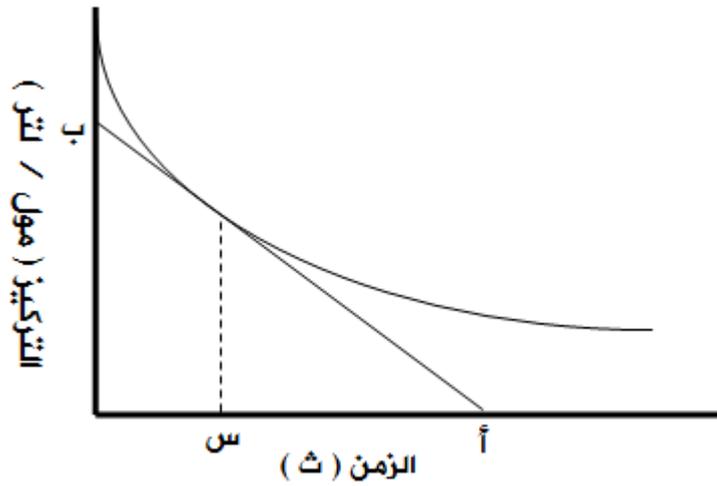
◀ يكون معدل سرعة التفاعل أعلى في الفترة (٥٠ - ٠) لأن التركيز أكبر ما يمكن

تغير سرعة التفاعل مع الزمن

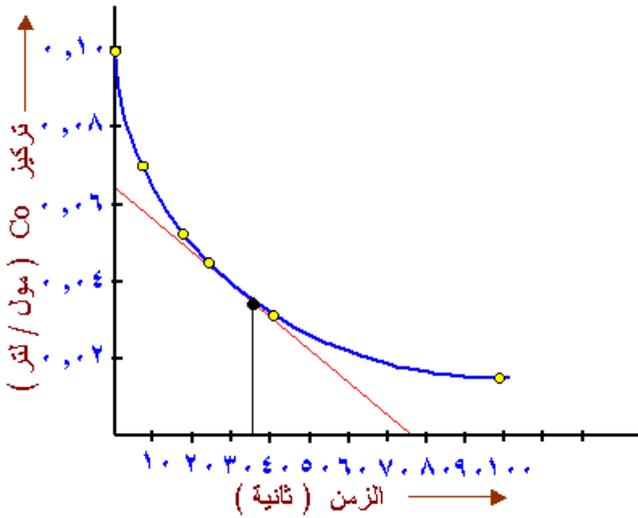
تسمى سرعة التفاعل عند أي لحظة زمنية **بالسرعة اللحظية**، وعند بداية التفاعل أي عند الزمن صفر فتسمى **بالسرعة الابتدائية**، حيث تتناقص سرعة التفاعل باستمرار مع الزمن وتكون أكبر ما يمكن في بداية التفاعل.

كيف من الممكن حساب السرعة اللحظية؟

يمكن حساب السرعة اللحظية عند زمن محدد من خلال رسم منحنى يمثل التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة مع الزمن، ثم إيجاد ميل المماس للمنحنى الناتج عند تلك اللحظة.



مثال ادرس الشكل المجاور، ثم احسب السرعة اللحظية عند زمن ٣٥ ثانية؟



الحل: نلاحظ أن المماس يقطع محور التركيز عند ٠,٦٢ مول/لتر ويقطع محور الزمن عند ٧٨ ثانية وعليه يمكن حساب السرعة اللحظية من خلال العلاقة:

$$\frac{(0 - 0,62)}{(0 - 78)} = \frac{[CO]\Delta}{\Delta t} = \text{السرعة اللحظية}$$

$$= -10 \times 7,95 = \text{مول/لتر.ث}$$

أثر التركيز في سرعة التفاعل

تتناسب سرعة التفاعل طردياً مع تركيز المواد المتفاعلة مرفوعة لأس معين

أولاً التفاعل الذي يتكون من مادة متفاعلة واحدة



سرعة التفاعل $\propto [A]^x$

سرعة التفاعل = $k[A]^x$

← رتبة تفاعل المادة A

← ثابت سرعة التفاعل

مثال ادرس الجدول الاتي ثم أجب عما يليه:

رقم التجربة	[A] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.ث
١	٠,١	$1,8 \times 10^{-4}$
٢	٠,٢	$3,2 \times 10^{-4}$
٣	٠,٤	$6,4 \times 10^{-4}$

- ١- احسب رتبة المادة A؟
- ٢- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٣- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k وما وحدة قياسه؟
- ٤- احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = 0,5$ مول/لتر.

الحل:

نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل كما يلي:

$$\text{سرعة التفاعل} = k[A]^x$$

نحسب قيمة الرتبة x كما يلي:

- ١- نأخذ أي تجربتين من الجدول مثل (١ و ٢)
- ٢- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$\text{س}١ = 1,8 \times 10^{-4} = k(0,1)^x \quad \text{..... (١)}$$

$$\text{س}٢ = 3,2 \times 10^{-4} = k(0,2)^x \quad \text{..... (٢)}$$

٣- نقسم التجربة (٢) على التجربة (١) :

$$(٢) \dots\dots\dots \times (٠, ٢) k = ٤^{-١} \times ٣, ٢$$

$$(١) \dots\dots\dots \times (٠, ١) k = ٤^{-١} \times ١, ٨$$

$$١ = x \quad \times ٢ = ٢$$

نكتب قانون سرعة التفاعل:

$$\text{سرعة التفاعل} = k[A]^1 \leftarrow \text{التفاعل أحادي الرتبة}$$

نحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k كما يلي:

نختار أي تجربة من الجدول ونقوم بتعويض قيمة التركيز والسرعة بقانون سرعة التفاعل:

$$(٣) \dots\dots\dots \times (٠, ٤) k = ٤^{-١} \times ٦, ٤ = ٣$$

$$٣^{-١} \times ١, ٦ = \frac{٤^{-١} \times ٦, ٤}{١^{(١-١) \times ٤}} = k$$

$$١-٣ = \frac{\text{السرعة مول/لتر.ث}}{\text{التركيز مول/لتر}} = k$$

ملاحظة : يمكن حساب رتبة التفاعل من خلال الاستنتاج حيث عند مضاعفة التركيز تضاعفت السرعة بالمقدار نفسه وعليه تكون الرتبة تساوي ١ .

نقوم بتعويض قيمة التركيز المعطى في قانون سرعة التفاعل وإيجاد السرعة لأي تركيز:

$$\text{سرعة التفاعل} = k[A]^1$$

$$١(٠, ٥) \times ٣^{-١} \times ١, ٦ =$$

$$٣^{-١} \times ٠, ٨ =$$

😊 سؤال: من خلال دراستك للتفاعل الآتي، والجدول المجاور اجب عما يلي:



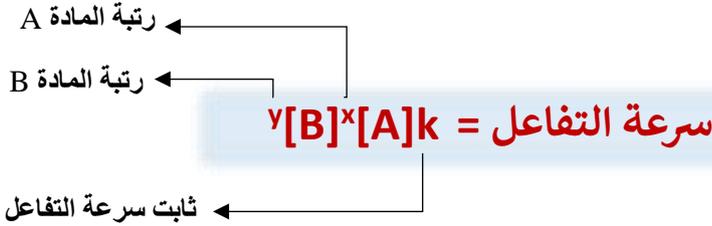
رقم التجربة	[H ₂ O ₂] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.ث
١	٠,٠٥	١,٢ × ١٠ ^{-٤}
٢	٠,١	٤,٨ × ١٠ ^{-٤}
٣	٠,٢	١,٩٢ × ١٠ ^{-٣}

- ١- احسب رتبة المادة H₂O₂؟
- ٢- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٣- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k وما وحدة قياسه؟
- ٤- احسب سرعة التفاعل عندما يكون [H₂O₂] = ٠,١٥ مول/لتر.

علاء بدياركة

مساحة للإجابة

التفاعل الذي يتكون من مادتين متفاعلتين

سرعة التفاعل $\propto [A]^x [B]^y$ 

مثال تم الحصول على النتائج الآتية للتفاعل الآتي عند درجة حرارة معينة:



رقم التجربة	[A] الابتدائي مول/لتر	[B] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.ث
١	٠,١	٠,١	٠,١
٢	٠,٢	٠,١	٠,٤
٣	٠,٢	٠,٢	٠,٤

- ١- احسب رتبة المادة A ورتبة المادة B؟
- ٢- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٣- ما رتبة التفاعل الكلية؟
- ٤- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k وما وحدة قياسه؟
- ٥- احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = [B] = ٠,٣$ مول/لتر.

الحل:

نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل كما يلي:

$$\text{سرعة التفاعل} = k [A]^x [B]^y$$

نحسب قيمة الرتبة x كما يلي:

- ١- نأخذ تجربتين من الجدول يكون تركيز B فيهما ثابت مثل (١ و ٢)
- ٢- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$\text{س}١ = ٠,١ = k (٠,١)^x (٠,١)^y \dots\dots\dots (١)$$

$$\text{س}٢ = ٠,٤ = k (٠,٢)^x (٠,١)^y \dots\dots\dots (٢)$$

٣- نقسم التجربة (٢) على التجربة (١) :

$$\underline{\underline{٠,٤ = k (٠,٢)^x (٠,١)^y \dots\dots\dots (٢)}}$$

$$\underline{\underline{٠,١ = k (٠,١)^x (٠,١)^y \dots\dots\dots (١)}}$$

$$٢ = x \quad x٢ = ٤$$

نحسب قيمة الرتبة y كما يلي:

- 1- نأخذ تجربتين من الجدول يكون تركيز A فيهما ثابت مثل (2 و 3)
- 2- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$\text{س} 3 = 0,4 = k \times (0,2)^y \times (0,2)^x \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{س} 2 = 0,4 = k \times (0,2)^y \times (0,1)^x \dots \dots \dots (2)$$

3- نقسم التجربة (3) على التجربة (2) :

$$\frac{(3) \dots \dots \dots y(0,2) \times (0,2)^x}{(2) \dots \dots \dots y(0,1) \times (0,2)^x} = \frac{0,4}{0,4}$$

$$\frac{(3) \dots \dots \dots y(0,2) \times (0,2)^x}{(2) \dots \dots \dots y(0,1) \times (0,2)^x} = \frac{0,4}{0,4}$$

$$1 = \frac{0,4}{0,4} \times \frac{2^y}{1^y} \quad \text{أي عدد مرفوع للقوة صفر يساوي 1}$$

نكتب قانون سرعة التفاعل:

$$\text{سرعة التفاعل} = k[A]^2 \leftarrow \text{التفاعل ثاني الرتبة (الرتبة الكلية = 2)}$$

ملاحظة: عندما تكون رتبة التفاعل بالنسبة لمادة ما تساوي صفر، فهذا يعني أن تركيز هذه المادة لا يؤثر على سرعة التفاعل الكيميائي، لذلك لا نقوم بكتابتها في قانون السرعة.

نحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k كما يلي:

نختار أي تجربة من الجدول ونقوم بتعويض قيمة التركيز والسرعة بقانون سرعة التفاعل:

$$\text{س} 3 = 0,4 = k \times (0,2)^2 \dots \dots \dots (3)$$

$$10 = \frac{0,4}{(0,2)^2} = k$$

$$k = \frac{\text{السرعة مول/لتر.ث}}{\text{التركيز (مول/لتر)}^2} = \text{لتر/مول.ث}$$

نقوم بتعويض قيمة التركيز المعطى في قانون سرعة التفاعل وإيجاد السرعة لأي تركيز:

$$\text{سرعة التفاعل} = k[A]^2$$

$$= 10 \times (0,3)^2$$

$$= 0,9 \text{ مول/لتر.ث}$$

😊 سؤال: من خلال دراستك للتفاعل الآتي، والجدول المجاور اجب عما يلي:



رقم التجربة	[NO] الابتدائي مول/لتر	[H ₂] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.ث
١	٠,٢	٠,١	٠,٠٣
٢	٠,٢	٠,٢	٠,٠٦
٣	٠,٤	٠,٢	٠,١٢

- ١- احسب الرتبة الكلية؟
- ٢- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٣- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k وما وحدة قياسه؟
- ٤- احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[\text{H}_2] = [\text{NO}] = ٠,١$ مول/لتر.

علاء بدارنة

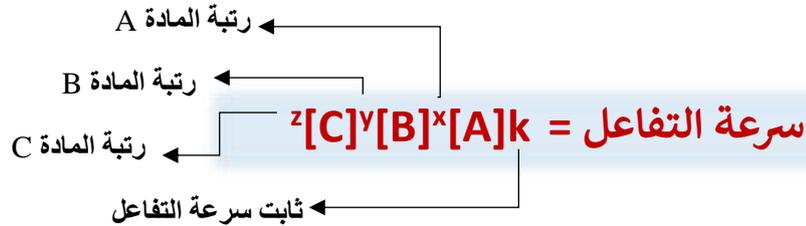
مساحة للإجابة



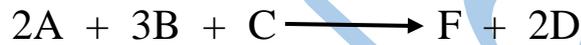
التفاعل الذي يتكون من ثلاث مواد متفاعلة



سرعة التفاعل $\alpha [C]^y [B]^x [A]$



مثال تم الحصول على النتائج الآتية للتفاعل الآتي عند درجة حرارة معينة:



رقم التجربة	[A] الابتدائي مول/لتر	[B] الابتدائي مول/لتر	[C] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.ث
١	٠,٢	٠,٢	٠,٤	٠,٠٤
٢	٠,٤	٠,٢	٠,٤	٠,١٦
٣	٠,٤	٠,٤	١,٦	٠,٦٤
٤	٠,٤	٠,٦	١,٦	٠,٦٤

- ١- احسب رتبة المادة A؟ ورتبة المادة B؟ ورتبة المادة C؟
- ٢- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٣- ما رتبة التفاعل الكلية؟
- ٤- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k وما وحدة قياسه؟
- ٥- احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = [B] = ٠,١$ مول/لتر و $[C] = ٠,٢$ مول/لتر

الحل:

نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل كما يلي:

$$\text{سرعة التفاعل} = k [C]^y [B]^x [A]$$

نحسب قيمة الرتبة x كما يلي:

- ١- نأخذ تجربتين من الجدول يكون تركيز B و C فيهما ثابت مثل (١ و ٢)
- ٢- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$\text{س}١ = ٠,٠٤ = k (٠,٢)^x (٠,٢)^y (٠,٤)^z \dots\dots\dots (١)$$

$$\text{س}٢ = ٠,١٦ = k (٠,٤)^x (٠,٢)^y (٠,٤)^z \dots\dots\dots (٢)$$

٣- نقسم التجربة (٢) على التجربة (١) :

$$(٢) \dots\dots\dots z(٠,٤) y(٠,٢) x(٠,٤) k = ٠,١٦$$

$$(١) \dots\dots\dots z(٠,٤) y(٠,٢) x(٠,٢) k = ٠,٠٤$$

$$٢ = x \quad x٢ = ٤$$

نحسب قيمة الرتبة y كما يلي:

- ١- نأخذ تجربتين من الجدول يكون تركيز A و C فيهما ثابت مثل (٣ و ٤)
- ٢- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$(٣) \dots\dots\dots z(١,٦) y(٠,٤) x(٠,٤) k = ٠,٦٤ = ٣س$$

$$(٤) \dots\dots\dots z(١,٦) y(٠,٦) x(٠,٤) k = ٠,٦٤ = ٤س$$

٣- نقسم التجربة (٤) على التجربة (٣) :

$$(٤) \dots\dots\dots z(١,٦) y(٠,٦) x(٠,٤) k = ٠,٦٤$$

$$(٣) \dots\dots\dots z(١,٦) y(٠,٤) x(٠,٤) k = ٠,٦٤$$

$$١ = y \quad ١,٥ = ١$$

نحسب قيمة الرتبة z كما يلي:

- ١- نأخذ تجربتين من الجدول يكون تركيز A و B فيهما ثابت ولكن نلاحظ في هذا الجدول عدم وجود تجربتين A و B فيهما ثابت وبما أن رتبة المادة B تساوي صفر فهذا يعني أن تركيز المادة B لا يؤثر على السرعة ولا يكتب في قانون السرعة. وهنا نختار تجربتين تركيز A فقط فيهما ثابت . مثل (٢ و ٣)

٢- نعوض التركيز والسرعة في الصيغة العامة لقانون السرعة لكل تجربة مختارة:

$$(٢) \dots\dots\dots z(٠,٤) y(٠,٢) x(٠,٤) k = ٠,١٦ = ٢س$$

$$(٣) \dots\dots\dots z(١,٦) y(٠,٤) x(٠,٤) k = ٠,٦٤ = ٣س$$

٣- نقسم التجربة (٣) على التجربة (٢) :

$$(٣) \dots\dots\dots z(١,٦) \text{ صفر } (٠,٤) x(٠,٤) k = ٠,٦٤$$

$$(٢) \dots\dots\dots z(٠,٤) \text{ صفر } (٠,٢) x(٠,٤) k = ٠,١٦$$

$$١ = z \quad z٤ = ٤$$

نكتب قانون سرعة التفاعل: $k = [C]^2[A]$ ← التفاعل ثلاثي الرتبة
(الرتبة الكلية = 3)

نحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k كما يلي:
نختار أي تجربة من الجدول ونقوم بتعويض قيمة التركيز والسرعة بقانون سرعة التفاعل:
س = 3 $k = 0,64 = (0,4)^2(1,6)$ (3)

$$2,5 = \frac{0,64}{(1,6)^2(0,4)} = k$$

$$k = \frac{\text{السرعة مول/لتر.ث}}{\text{التركيز (مول/لتر)}^3} = \text{لتر}^3/\text{مول}^3 \cdot \text{ث}$$

نقوم بتعويض قيمة التركيز المعطى في قانون سرعة التفاعل وإيجاد السرعة لأي تركيز:
سرعة التفاعل $k = [C]^2[A]$

$$= 2,5 = (0,1)^2(0,2) \\ = 0,005 \text{ مول/لتر.ث} = 10^{-3} \times 5 \text{ مول/لتر}$$

ملاحظات مهمة

- ١- الرتبة الكلية للتفاعل = مجموع الرتب للمواد المتفاعلة.
- ٢- اذا كانت السرعة مقاسة بوحدة مول/لتر.ث فإن وحدة الثابت K تكون:
 - أ) للتفاعل الأحادي (الرتبة الكلية=١) = ث^{-١}
 - ب) للتفاعل الثنائي (الرتبة الكلية= ٢) = لتر/مول.ث
 - ج) للتفاعل الثلاثي (الرتبة الكلية= ٣) = لتر^٢/مول^٢.ث وهكذا....
- ٣- اذا تضاعف تركيز أي مادة إلى الضعف مع بقاء السرعة ثابتة فإن الرتبة لهذه المادة = ٠ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى.
- ٤- اذا تضاعف تركيز أي مادة بنفس تضاعف السرعة فإن الرتبة لهذه المادة = ١ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى. $٢ = x^٢ \leftarrow ١ = x$
- ٥- اذا تضاعف تركيز أي مادة مرتين وتضاعفت السرعة ٤ مرات فإن الرتبة لهذه المادة = ٢ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى. $٤ = x^٢ \leftarrow ٢ = x$
- ٦- اذا تضاعف تركيز أي مادة ٣مرات وتضاعفت السرعة ٩ مرات فإن الرتبة لهذه المادة = ٢ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى. $٩ = x^٣ \leftarrow ٢ = x$
- ٧- اذا تضاعف تركيز أي مادة ٤مرات وتضاعفت السرعة ١٦ مرة فإن الرتبة لهذه المادة = ٢ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى. $١٦ = x^٤ \leftarrow ٢ = x$
- ٨- اذا تضاعف تركيز أي مادة مرتين وتضاعفت السرعة ٨ مرات فإن الرتبة لهذه المادة = ٣ وذلك بشرط ثبات تركيز المادة الأخرى. $٨ = x^٢ \leftarrow ٣ = x$
- ٩- اذا كانت رتبة مادة ما تساوي صفر فهذا يعني أن تركيزها مهما تغير فإنه لا يؤثر على سرعة التفاعل الكيميائي. لذلك لا تكتب في قانون السرعة.
- ١٠- وحدة ثابت سرعة التفاعل K هي لتر(الرتبة الكلية - ١) / مول(الرتبة الكلية - ١) . وحدة الزمن.

ادرس الجدول الآتي جيداً، ثم أجب عما يليه:

رقم التجربة	[M] الابتدائي مول/لتر	[R] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.دقيقة
١	٠,١	٠,٢	$٣-١٠ \times ١,٢$
٢	٠,١	٠,٨	$٢-١٠ \times ٠,٤٨$
٣	٠,٣	٠,٢	$٣-١٠ \times ١٠,٨$
٤	٠,١	س	$٢-١٠ \times ٠,٩٦$

- ١- أوجد رتبة المادة M ؟
- ٢- أوجد رتبة المادة R ؟
- ٣- أوجد الرتبة الكلية؟
- ٤- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
- ٥- أوجد تركيز المادة R في التجربة ٤؟

الحل:-

١- عند مضاعفة تركيز M ٣ مرات تضاعفت السرعة ٩ مرات وعليه فإن رتبة المادة M = ٢ مع ثبات تركيز المادة R .

$$٢ = x \leftarrow ٩ = x^٣$$

٢- عند مضاعفة تركيز R تضاعفت السرعة بنفس المقدار وعليه فإن رتبة المادة R = ١ مع ثبات تركيز المادة M .

$$١ = y \leftarrow ٤ = y^٤$$

٣- الرتبة الكلية = رتبة M + رتبة R = ٣ = ١ + ٢

٤- سرعة التفاعل $k = [M]^١ [R]^١$

٥- لإيجاد تركيز المادة R يجب أولاً إيجاد ثابت سرعة التفاعل k على النحو الآتي:
نقوم باختيار أي تجربة كاملة المعطيات من الجدول وتعويض القيم في قانون سرعة التفاعل

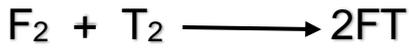
كما يلي :

$$\text{من تجربة ١ مثلاً: } k = ٣-١٠ \times ١,٢ = (٠,٢)^١ (٠,١)^١$$

$$٠,٦ = \frac{٣-١٠ \times ١,٢}{(٠,٢)^١ (٠,١)^١} = k$$

وبالتعويض في التجربة ٤ :

$$٠,٦ = ٢-١٠ \times ٠,٩٦ = [R]^١ (٠,١)^١ \leftarrow [R] = ١,٦ \text{ مول/لتر}$$



في التفاعل الافتراضي الآتي

إذا علمت أن وحدة ثابت السرعة لهذا التفاعل هي (دقيقة^{-١})

تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول الآتي ادرسه جيداً، ثم أجب عما يليه:

رقم التجربة	[T ₂] الابتدائي مول/لتر	[F ₂] الابتدائي مول/لتر	السرعة الابتدائية مول/لتر.دقيقة
١	٠,٣	٠,٢	٢-١٠×٢,٨
٢	٠,٣	٠,٤	٢-١٠×٥,٦

١- أوجد رتبة المادة F₂ ؟

٢- أوجد رتبة المادة T₂ ؟

٣- اكتب قانون سرعة التفاعل؟

٤- احسب قيمة ثابت السرعة؟

٥- كم مرة تتضاعف السرعة عند مضاعفة [F₂] مرتين ومضاعفة [T₂] مرة واحدة.

الحل:-

١- عند مضاعفة تركيز F₂ تضاعفت السرعة بنفس المقدار وعليه فإن رتبة المادة

$F_2 = 1$ مع ثبات تركيز المادة T₂.

٢- من وحدة ثابت السرعة k (دقيقة^{-١}) نستنتج أن التفاعل أحادي الرتبة (الرتبة الكلية = ١) وعليه فإن:

رتبة T₂ = الرتبة الكلية - رتبة F₂ = ١ - ١ = صفر

٣- سرعة التفاعل = k [F₂]^١

٤- $k = \frac{2-10 \times 2,8}{(0,2)^1}$

$$k = \frac{2-10 \times 2,8}{(0,2)^1} = 1-10 \times 1,4 \text{ دقيقة}^{-1}$$

٥- مرتين .

في التفاعل الآتي :



وجد أنه عند مضاعفة تركيز N_2 مرتين تضاعفت السرعة ٨ مرات مع ثبات تركيز H_2 ،
ولكن عند مضاعفة تركيز N_2 و H_2 مرتين لكل منهما تضاعفت السرعة ١٦ مرة.

١- أوجد رتبة المادة N_2 ؟

٢- أوجد رتبة المادة H_2 ؟

٣- اكتب قانون سرعة التفاعل؟

٤- إذا كان معدل سرعة تكون $\text{NH}_3 = ٠,٥$ مول/لتر.ث، فما معدل سرعة استهلاك (اختفاء)
كلًا من H_2 و N_2 ؟

الحل:-

$$١- \text{رتبة } \text{N}_2 \leftarrow ٨ = x^٢ \leftarrow ٣ = x$$

$$٢- ١٦ = y(٢)^٢ \leftarrow ١٦ = y(٢) \leftarrow ٢ = \frac{١٦}{٨} = y \leftarrow ١ = y \leftarrow ١ = \text{رتبة } \text{H}_2$$

$$٣- \text{سرعة التفاعل} = k [\text{H}_2]^٢ [\text{N}_2]$$

٤- معدل سرعة استهلاك (اختفاء) H_2 = معدل سرعة انتاج (تكون) NH_3
= ٠,٥ مول/لتر.ث

معدل سرعة استهلاك (اختفاء) N_2 = معدل سرعة انتاج (تكون) NH_3 × $\frac{١}{٢}$

$$= ٠,٥ \times \frac{١}{٢} = ٠,٢٥ \text{ مول/لتر.ث}$$

في التفاعل الافتراضي الآتي:



إذا كان قانون السرعة لهذا التفاعل = $k [\text{C}]^٢ [\text{B}]$ ، فكم مرة تتضاعف السرعة عند
مضاعفة تركيز كلًا من A و B مرتين ومضاعفة تركيز C ٣ مرات؟ وما رتبة التفاعل
للمادة B ؟

الحل:-

$$\text{س} = ٢(٢) \times ٢(٣) = ٩ \times ٤ = ٣٦ \text{ مرة}$$

رتبة التفاعل للمادة B = صفر لأنها غير موجودة في قانون السرعة.

في التفاعل الافتراضي الآتي: $M + S \longrightarrow MS$

إذا علمت أن السرعة تتضاعف ٩ مرات عند مضاعفة تركيز S ٣ مرات مع بقاء تركيز

M ثابت ، وأن قيمة ثابت سرعة التفاعل $k = ٠,٨$ لتر^٢ / مول^٢ ث :

- ١- أوجد رتبة المادة S ؟
 - ٢- أوجد رتبة المادة M ؟
 - ٣- اكتب قانون سرعة التفاعل؟
 - ٤- أحسب سرعة التفاعل، إذا علمت أن $[M] = ٠,٦$ مول/لتر و $[S] = ٠,٢$ مول/لتر؟
- الحل:-

$$١- ٩ = x(٣) \leftarrow x = ٣ = \text{رتبة المادة S} = ٢$$

٢- من وحدة ثابت السرعة نلاحظ أن التفاعل ثلاثي الرتبة (الرتبة الكلية = ٣)

$$\text{وعليه فإن رتبة M} = ٣ - ٢ = ١$$

$$٣- \text{سرعة التفاعل} = k [M]^1 [S]^2$$

$$٤- \text{سرعة التفاعل} = ٠,٨ = (٠,٢)^2 \times (٠,٦) = ١,٩٢ \times ١٠^{-٢} \text{ مول/لتر.ث}$$

هل هناك علاقة بين رتب التفاعل للمواد المتفاعلة وعدد المولات؟

فكر



للإجابة
مساحة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١٢٢

في التفاعل الآتي: نواتج $2A \longrightarrow$

إذا علمت أن قيمة ثابت السرعة k عند درجة حرارة معينة يساوي $١,٥ \times ١٠^{-٤}$ ث^{-١} .
 ◀ اكتب قانون سرعة التفاعل.

◀ احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = ٠,١$ مول/لتر.

الإجابة:

◀ قانون سرعة التفاعل $k = [A]^١$

◀ سرعة التفاعل $= ١,٥ \times ١٠^{-٤} \times ٠,١ = ١,٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر.ث

سؤال صفحة ١٢٤

❖ ما معنى أن تكون رتبة التفاعل بالنسبة لمادة ما تساوي صفراً؟

❖ في التفاعل الافتراضي الآتي: نواتج $F + E + D \longrightarrow$

تم تسجيل البيانات المبينة في الجدول المجاور عملياً من خلال التجربة:

رقم التجربة	[D] الابتدائي (مول/لتر)	[E] الابتدائي (مول/لتر)	[F] الابتدائي (مول/لتر)	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	٠,٢	$٦١٠ \times ٤,٤$
٢	٠,١	٠,١	٠,٤	$٦١٠ \times ٨,٨$
٣	٠,١	٠,٠٥	٠,٢	$٦١٠ \times ٤,٤$
٤	٠,٣	٠,١	٠,٢	$٦١٠ \times ١,٣٢$
٥	؟؟	٠,١	٠,١	$٦١٠ \times ٨,٨$

◀ اكتب قانون سرعة التفاعل؟

◀ احسب تركيز المادة D في التجربة رقم ٥ ؟

١- أي أن التغير في التركيز لهذه المادة لا يؤثر في سرعة التفاعل.

٢- ◀ نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل:

$$\text{سرعة التفاعل} = k [D]^x [E]^y [F]^z$$

نأخذ التجريبتين (١،٢) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ F حيث يكون $[D]$ و $[E]$ ثابت
نلاحظ أنه عند مضاعفة $[F]$ مرتين تضاعفت السرعة مرتين وهذا يعني أن رتبة التفاعل
بالنسبة لـ $F = 1$

نأخذ التجريبتين (١،٣) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ E حيث يكون $[D]$ و $[F]$ ثابت
نلاحظ أنه عند مضاعفة $[E]$ مرتين تبقى سرعة التفاعل ثابتة وهذا يعني أن رتبة التفاعل
بالنسبة لـ $E = 0$

نأخذ التجريبتين (٤،١) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ D حيث يكون $[E]$ و $[F]$ ثابت
نلاحظ أنه عند مضاعفة $[D]$ ٣ مرات تضاعفت السرعة ٣ مرات وهذا يعني أن رتبة
التفاعل بالنسبة لـ $D = 1$

فيكون قانون سرعة التفاعل سرعة التفاعل = $k [D]^1 [F]^1$

◀ أولاً نحسب قيمة k من تجربة ١ مثلاً:

$$k = 10^{-1} \times 4,4 = 4,4 \times 10^{-1}$$

$$k = 2,2 \times 10^{-1} \text{ لتر/مول.ث}$$

$$k = 8,8 \times 10^{-1} = 2,2 \times 10^{-1} [D]^1 [F]^1$$

$$[D] = 0,4 \text{ مول/لتر}$$

أسئلة الفصل وإجاباتها

(١) وضح المقصود بكل مما يأتي:

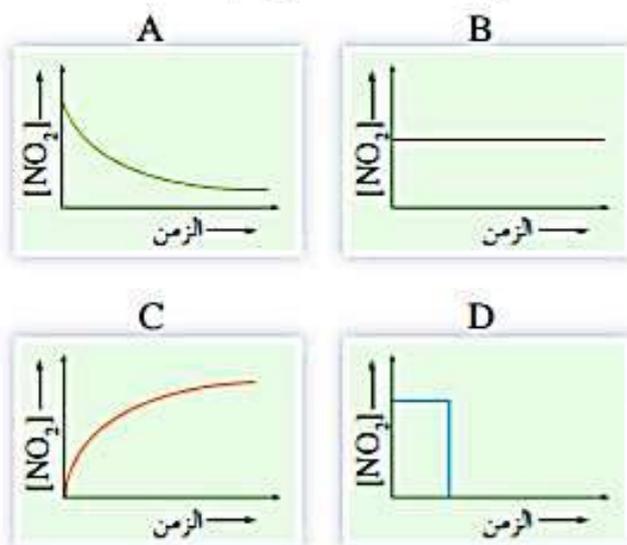
معدل سرعة التفاعل الكيميائي، رتبة التفاعل، السرعة الابتدائية للتفاعل، السرعة اللحظية، قانون السرعة، رتبة التفاعل الكلية.

(٢) في تفاعل المغنيسيوم مع محلول حمض HCl



اختفت قطعة من Mg كتلتها ٢ غ عند وضعها في محلول HCl بعد مرور ٥ دقائق، احسب معدل سرعة التفاعل.

(٣) يتحول N_2O_4 إلى NO_2 في وعاء مغلق، فإذا تمت متابعة التغير في تركيز النواتج بالنسبة للزمن، فأئي الأشكال (A, B, C, D) تمثل المعلومات التي تم جمعها؟



(٤) يتحلل الأوزون O_3 وفقاً للمعادلة الآتية: $2\text{O}_{3(g)} \longrightarrow 3\text{O}_{2(g)}$

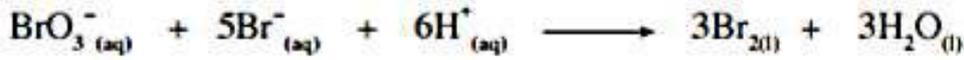
إذا تغير تركيز O_3 من ٤,٢ مول/لتر إلى ٣,٦ مول/لتر خلال ١٠٠ دقيقة:

(أ) احسب معدل سرعة إنتاج O_2 خلال الفترة الزمنية نفسها بوحدة مول/لتر.ث.

(ب) احسب معدل سرعة التفاعل.

(ج) ما العلاقة بين معدل سرعة تحلل O_3 ومعدل سرعة تكون O_2 بدلالة التغير في التركيز والتغير في الزمن؟

٥) في التفاعل الآتي:



تم الحصول على البيانات الآتية من التجربة العملية:

رقم التجربة	$[\text{BrO}_3^-]$ (مول/لتر)	$[\text{Br}^-]$ (مول/لتر)	$[\text{H}^+]$ (مول/لتر)	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	٠,١	٨×١٠^{-٤}
٢	٠,٢	٠,١	٠,١	$٦,٦ \times ١٠^{-٤}$
٣	٠,٢	٠,٢	٠,١	$٢,٢ \times ١٠^{-٤}$
٤	٠,١	٠,١	٠,٢	$٢,٢ \times ١٠^{-٤}$

أ) اكتب قانون سرعة التفاعل.

ب) احسب قيمة ثابت السرعة k وما وحدة قياسه؟

ج) ما رتبة التفاعل الكلية؟

٦) ادرس الجدول الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم التفاعل	معادلة التفاعل	قانون السرعة	المعلومات												
١	$\text{A} + \text{B} + \text{C} \longrightarrow$ نواتج	$k = [\text{B}]^1[\text{A}]$													
٢	$\text{R} + \text{M} \longrightarrow$ نواتج		<table border="1"> <thead> <tr> <th>رقم التجربة</th> <th>$[\text{R}]$ (مول/لتر)</th> <th>$[\text{M}]$ (مول/لتر)</th> <th>سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>١</td> <td>٠,١</td> <td>٠,١</td> <td>٢×١٠^{-٥}</td> </tr> <tr> <td>٢</td> <td>٠,٢</td> <td>٠,١</td> <td>٨×١٠^{-٥}</td> </tr> </tbody> </table>	رقم التجربة	$[\text{R}]$ (مول/لتر)	$[\text{M}]$ (مول/لتر)	سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)	١	٠,١	٠,١	٢×١٠^{-٥}	٢	٠,٢	٠,١	٨×١٠^{-٥}
رقم التجربة	$[\text{R}]$ (مول/لتر)	$[\text{M}]$ (مول/لتر)	سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)												
١	٠,١	٠,١	٢×١٠^{-٥}												
٢	٠,٢	٠,١	٨×١٠^{-٥}												
٣	$2\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	$k = [\text{N}_2\text{O}_5]^1$													
٤	$\text{CH}_3\text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$		$k = ٢,٥ \times ١٠^{-٤}$ لتر/مول.ث												

أ) ماذا يحدث لسرعة التفاعل رقم (١) إذا تضاعف [C] ثلاث مرات مع ثبوت العوامل الأخرى؟

ب) اكتب قانون سرعة التفاعل رقم (٢) علمًا بأن الرتبة الكلية للتفاعل ٢.

ج) حدد العلاقة بين معدل سرعة استهلاك N_2O_5 ومعدل سرعة إنتاج NO_2 في التفاعل رقم

(٣) بدلالة التغير في التركيز والتغير في الزمن.

(١)

- معدل سرعة التفاعل الكيميائي: التغير في كميات إحدى المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة في وحدة الزمن.
- رتبة التفاعل: قيمة عددية صحيحة أو كسرية ، تبين أثر التركيز في سرعة التفاعل وتعتمد على طريقة سير التفاعل ويمكن حسابها من التجربة العملية.
- السرعة الابتدائية للتفاعل: سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة في بداية التفاعل أي عند الزمن صفر.
- السرعة اللحظية: سرعة التفاعل عند زمن معين خلال سير التفاعل.
- قانون السرعة : علاقة رياضية تبين العلاقة بين سرعة التفاعل وتراكيز المواد المتفاعلة.
- رتبة التفاعل الكلية: مجموع الرتب بالنسبة للمواد المتفاعلة.

(٢)

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في كتلة Mg}}{\text{التغير في الزمن}} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ غ / د.}$$

(٣) منحنى C

(٤)

$$\text{معدل سرعة استهلاك } O_3 = \frac{(3,6 - 4,2) \text{ -}}{6000} = 10^{-4} \text{ مول / لتر. ث}$$

$$\frac{1}{3} \text{ معدل سرعة إنتاج } O_2 = \frac{1}{4} \text{ معدل سرعة استهلاك } O_3.$$

$$\text{معدل سرعة إنتاج } O_2 = 10^{-4} \times 1 \times \frac{3}{2} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ مول / لتر. ث}$$

$$\text{ب) معدل سرعة التفاعل} = \frac{1}{2} \text{ معدل سرعة استهلاك } O_3$$

$$= \frac{10^{-4} \times 1}{2} = 5 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر. ث}$$

$$\text{ج) } \frac{[O_2] \Delta}{\Delta n} \frac{1}{3} = \frac{[O_3] \Delta -}{\Delta n} \frac{1}{2}$$

(٥) أ) نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل

$$س = k [H^+]^2 [Br^-]^2 [BrO_3^-]$$

نأخذ التجريبتين (١،٢) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ BrO_3^- حيث يكون $[Br^-]$ و $[H^+]$ ثابت

نلاحظ أنه عند مضاعفة $[BrO_3^-]$ مرتين تتضاعف سرعة التفاعل مرتين وهذا يعني أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ

$$1 = BrO_3^-$$

نأخذ التجريبتين (٣،٢) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ Br^- حيث يكون $[BrO_3^-]$ و $[H^+]$ ثابت

نلاحظ أنه عند مضاعفة $[Br^-]$ مرتين تتضاعف سرعة التفاعل مرتين وهذا يعني أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ Br^- = ١

نأخذ التجريبتين (١،٤) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ H^+ حيث يكون $[BrO_3^-]$ و $[Br^-]$ ثابت

نلاحظ أنه عند مضاعفة $[H^+]$ مرتين تتضاعف سرعة التفاعل ٤ مرات وهذا يعني أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ H^+

= ٢ لذا فإن قانون السرعة للتفاعل هو:

$$س = k [H^+]^2 [Br^-]^2 [BrO_3^-]$$

ب) نأخذ بيانات تجربة ١ مثلاً

$$س = k [H^+]^2 [Br^-]^2 [BrO_3^-]$$

$$٨ \times 10^{-4} = k (٠,١)^2 (٠,١)^2 (٠,١)$$

ومنها $k = ٨$ لتر^٢/مول^٢.ث

ج) رتبة التفاعل الكلية = ٤

(٦)

أ) تبقى ثابتة

$$ب) س = k [R]$$

$$ج) \frac{[NO_2] \Delta}{٠ \Delta} \cdot \frac{١}{٢} = \frac{[N_2O_5] \Delta}{٠ \Delta}$$

$$د) س = k [CH_3CHO]$$

$$س = ٢,٥ \times 10^{-4} \times (٠,٢) = ١ \times 10^{-4} \text{ مول/لتر.ث}$$

(٧)

$$s = [E]^x [B]^y$$

$$s^{36} = ([E^2]^x [B^4]^y)$$

$$\frac{4}{4} \times x^3 = \frac{36}{4}$$

$$x^3 = 9$$

$$x = 2$$

رتبة التفاعل بالنسبة لـ E = 2

(٨)

(أ) نحسب أولاً قيمة k

$$s = k [D]$$

$$0,5 \times k = 10 \times 10^{-2}$$

$$k = 0,3 \text{ ث}^{-1}$$

$$s = 0,3 \times 0,75 = 0,225 \text{ مول/لتر.ث}$$

ب- قيمة الزمن أقل من 2 ثانية، لأن التركيز أعلى قيمة وهذا يعني أننا اقرب لبداية التفاعل

(٩)

(أ) رتبة التفاعل بالنسبة لـ A = 2

رتبة التفاعل بالنسبة لـ B = صفر

$$s = k [A]^2$$

$$s = 2 \times 10^{-2} \times (0,10)^2$$

$$s = 2 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر.ث}$$

$$(ج) \frac{1}{3} \text{ سرعة إنتاج C} = \frac{1}{2} \text{ سرعة استهلاك B}$$

$$\text{سرعة إنتاج C} = 0,6 \times \frac{3}{2} = 0,9 \text{ مول/لتر.ث}$$

(د) عند مضاعفة [A] مرتين و [B] ثلاث مرات تتضاعف سرعة التفاعل 4 مرات

نظرية التصادم والعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

Collision Theory and the Factors that Affect Reaction Rate

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي: ١- توضح بنود نظرية التصادم ، وتوظفها في تفسير العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل.

- ٢- تستنتج العلاقة بين طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل في اتجاهيه: الامامي والعكسي باستخدام منحنى الطاقة - سير التفاعل.
- ٣- تستقصي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي.
- ٤- توضح مفهوم العامل المساعد، وتبين أثره في سرعة التفاعل، و طاقة التنشيط.



نظرية التصادم

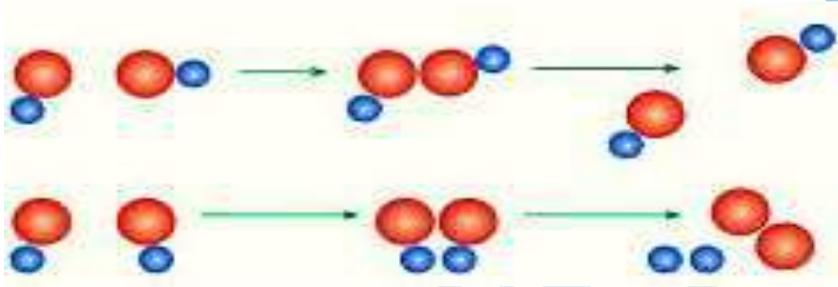
تفسر نظرية التصادم سرعة التفاعلات الكيميائية من خلال ثلاثة فرضيات وهي:

الفرضية الأولى: (إن تفاعل أي مادتين يتطلب تصادم دقائقهما) وهو شرط أساسي لحدوث التفاعل، وكل ما ازداد عدد التصادمات بين دقائق المواد المتفاعلة زادت احتمالية حدوث التفاعل.

الفرضية الثانية: (إن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن)

الفرضية الثالثة: (حتى يؤدي التصادم إلى تكوين نواتج يجب أن يكون التصادم فعالاً) وحتى يكون التصادم فعالاً يجب أن يتوافر فيه الشرطين الآتيين:

الشرط الأول: (أن يكون اتجاه التصادم مناسباً) أي أن تتصادم الدقائق بالاتجاه الصحيح الذي يؤدي لتكوين النواتج المطلوبة.

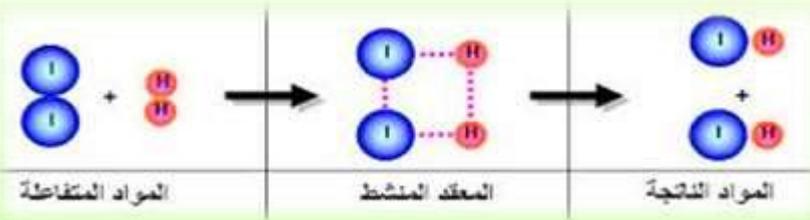


(أ) تكونت نواتج

(ب) لم تتكون نواتج

الشرط الثاني: (أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حد أدنى من الطاقة الحركية لكسر الروابط في المواد المتفاعلة عند اصطدامها مما يؤدي إلى تكوين نواتج جديدة) حيث يسمى هذا الحد الأدنى من الطاقة بطاقة التنشيط (E_a).

المعقد المنشط: بناء غير مستقر بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة له طاقة وضع عالية.



المواد المتفاعلة

المعقد المنشط

المواد الناتجة

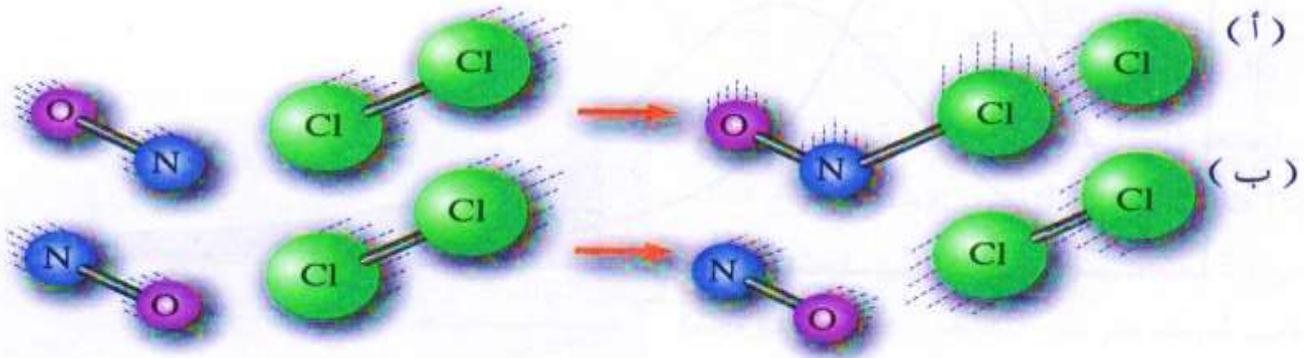
من خلال الفرضيات السابقة نتوصل إلى **نظرية التصادم** التي تنص على:

(**لحدوث تفاعل كيميائي فلا بد أن يحدث تصادم بين الجزيئات المتفاعلة بحيث تمتلك الجزيئات المتصادمة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث تصادم فعال**)

فكر لا تؤدي جميع التصادمات بين دقائق المواد المتفاعلة إلى حدوث تفاعل، فسر ذلك؟

مساحة للإجابة

سؤال: ادرس الشكل الآتي الذي يبين تفاعل غاز NO مع غاز Cl₂، ثم أجب عما يليه:



- 1- أيهما يؤدي إلى تكوين المواد الناتجة المطلوبة، الاصطدام في الوضع (أ) أم في الوضع (ب)؟
- 2- أيهما يعد تصادماً فعالاً؟
- 3- اكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي أدى إلى تكوين النواتج المطلوبة؟
- 4- ارسم المعقد المنشط في التفاعل الذي أدى لتكوين النواتج المطلوبة؟

مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ١٣٠

بالرجوع إلى الشكل الآتي، الذي يمثل أحد التفاعلات الكيميائية:



بين أيّ الأوضاع (أ) أم (ب) يكون التصادم فيها مناسبًا ويؤدي إلى تكوين نواتج؟



الإجابة: الوضع ب لأنه يؤدي لتكوين نواتج.

سؤال صفحة ١٣١

ارسم بناء المعقد المنشط في التفاعل الآتي: $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$



سؤال صفحة ١٣٤

إذا كانت قيم طاقات الوضع (كيلوجول) التفاعل أفتراضي هي:
المواد المتفاعلة ٨٠ ، المواد الناتجة ٥٠ ، طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي $E_{a1} = ٧٥$ ،
فأجب عن الأسئلة الآتية:

- ◀ ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟
- ◀ ما طاقة الوضع للمعقد المنشط؟
- ◀ ما قيمة $H\Delta$ للتفاعل؟

الإجابة:

- ١- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ١٠٥
- ٢- طاقة وضع المعقد المنشط = ١٥٥
- ٣- قيمة $H\Delta = ٣٠$

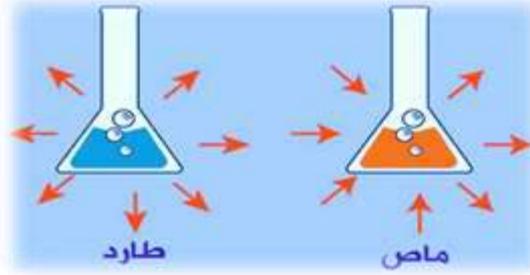
- إذا كانت قيم طاقات الوضع (كيلوجول) التفاعل أفتراضي هي:
- المواد المتفاعلة ١١٠ ، المواد الناتجة ٨٠ ، والمعقد المنشط من دون عامل مساعد = ١٨٠ ،
 والمعقد المنشط بوجود عامل مساعد = ١٤٠ ، فأجب عن الأسئلة الآتية:
- ◀ ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي من دون عامل مساعد؟
 - ◀ ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد؟
 - ◀ ما قيمة $H\Delta$ للتفاعل؟
 - ◀ ما أثر إضافة العامل المساعد للتفاعل في طاقة وضع المواد المتفاعلة؟

الإجابة:

- ١- (١٠٠) ٢- (٣٠) ٣- (-٣٠) ٤- لا يؤثر

العلاقة بين طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري

هناك تفاعلات تحتاج إلى طاقة تسمى تفاعلات ماصة للطاقة، وأخرى تنتج الطاقة وتسمى طاردة للطاقة.

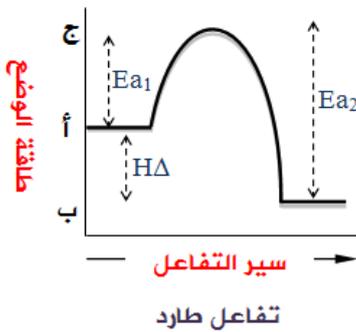


تخزن المواد المتفاعلة كمية من الطاقة تعرف بطاقة وضع المواد المتفاعلة أو بما يسمى بالمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة، كما تمتلك أيضاً المواد الناتجة كمية من الطاقة تعرف بطاقة وضع المواد الناتجة أو بما يسمى بالمحتوى الحراري للمواد الناتجة، حيث يمثل الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة والمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة بما يسمى بالتغير في المحتوى الحراري للتفاعل ($H\Delta$).

$$H = H_{\Delta} - H \text{ المواد المتفاعلة}$$

إذا كانت طاقة وضع المواد الناتجة أكبر من طاقة وضع المواد المتفاعلة فإن قيمة $H\Delta$ تكون موجبة ويكون التفاعل ماص للطاقة (الحرارة)، كذلك تكون قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (Ea_1) أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (Ea_2).

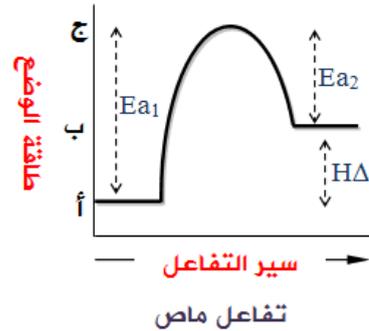
أما إذا كانت طاقة وضع المواد الناتجة أقل من طاقة وضع المواد المتفاعلة فإن قيمة $H\Delta$ تكون سالبة ويكون التفاعل طارد للطاقة (الحرارة)، تكون قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (Ea_1) أقل من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (Ea_2).



$$H_{\text{ناتجة}} > H_{\text{متفاعلة}}$$

$$Ea_{\text{أمامي}} > Ea_{\text{عكسي}}$$

$$H\Delta = \text{سالبة}$$



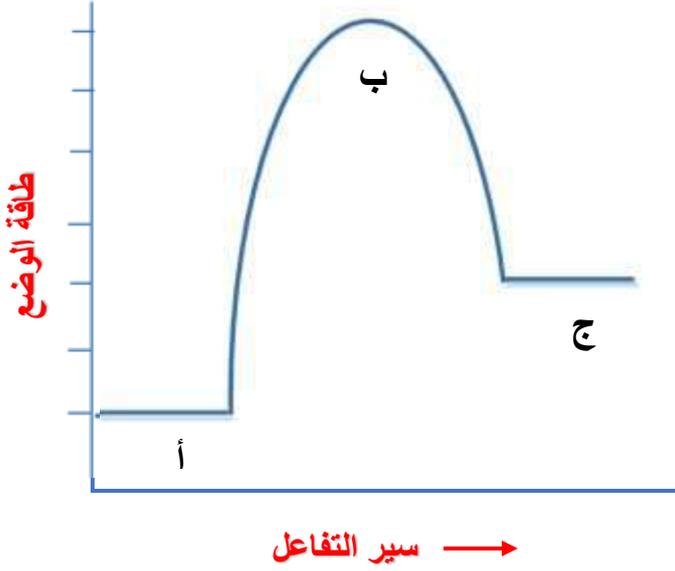
$$H_{\text{ناتجة}} < H_{\text{متفاعلة}}$$

$$Ea_{\text{أمامي}} < Ea_{\text{عكسي}}$$

$$H\Delta = \text{موجبة}$$

مثال

ادرس منحنى طاقة وضع سير تفاعل تصادم NO مع Cl₂ لإنتاج NOCl و Cl ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- 1- ماذا تمثل كل من الرموز (أ،ب،ج)؟
- 2- ماذا يمثل الفرق في الطاقة بين الرمز (ب) والمواد المتفاعلة؟
- 3- ماذا يمثل الفرق في الطاقة بين الرمز (ب) والمواد الناتجة؟
- 4- ماذا يمثل الفرق في الطاقة بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟
- 5- هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟
وضح إجابتك.

الحل:-

- 1- (أ) المواد المتفاعلة.
(ب) المعقد المنشط.
(ج) المواد الناتجة.
- 2- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (Ea₁).
- 3- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (Ea₂).
- 4- التغير في المحتوى الحراري HΔ.
- 5- ماص للطاقة، لأن طاقة وضع المواد الناتجة أكبر من طاقة وضع المواد المتفاعلة أي أن قيمة HΔ موجبة ، أو لأن قيمة Ea أمامي أكبر من Ea عكسي.

(1) المعقد المنشط: حالة انتقالية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة تكون طاقة الوضع عنده عالية.

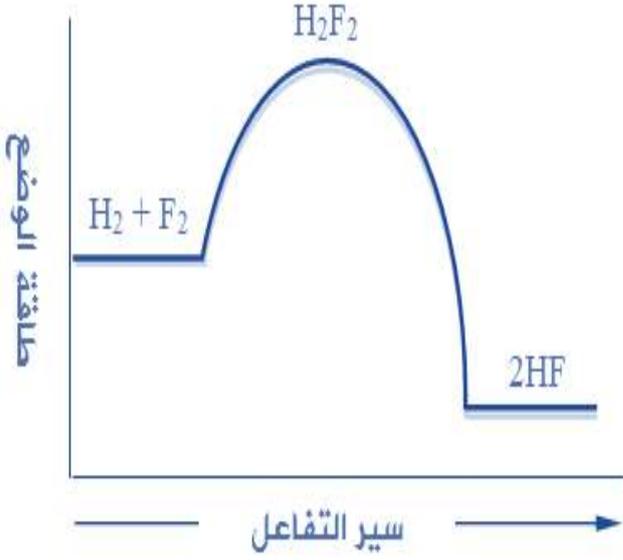
$$(2) H\Delta = \text{طاقة وضع المواد الناتجة} - \text{طاقة وضع المواد المتفاعلة}$$

$$(3) Ea = H\Delta - Ea \text{ عكسي}$$

$$(4) Ea \text{ أمامي} = \text{طاقة وضع المعقد المنشط} - \text{طاقة وضع المواد المتفاعلة.}$$

$$(5) Ea \text{ عكسي} = \text{طاقة وضع المعقد المنشط} - \text{طاقة وضع المواد الناتجة.}$$

☺ سؤال: ادرس منحنى طاقة الوضع خلال سير تفاعل تصادم H_2 و F_2 لإنتاج HF ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



١- حدد على الرسم كل من:

أ- المواد المتفاعلة.

ب) المواد الناتجة.

ج) المعقد المنشط.

د) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي.

هـ) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي.

و) التغير في المحتوى الحراري.

٢- هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة؟ وضح إجابتك.

٣- أيهما أسرع تفاعلاً: تكون HF أم تفككه؟ وضح إجابتك.

مساحة للإجابة

✓ في التفاعلات الماصة للطاقة يتم اكتساب الطاقة ، وتكتب كلمة طاقة أو قيمتها مع المواد المتفاعلة في المعادلة الكيميائية على النحو الآتي:



يمثل التغير في المحتوى الحراري ويكون موجب

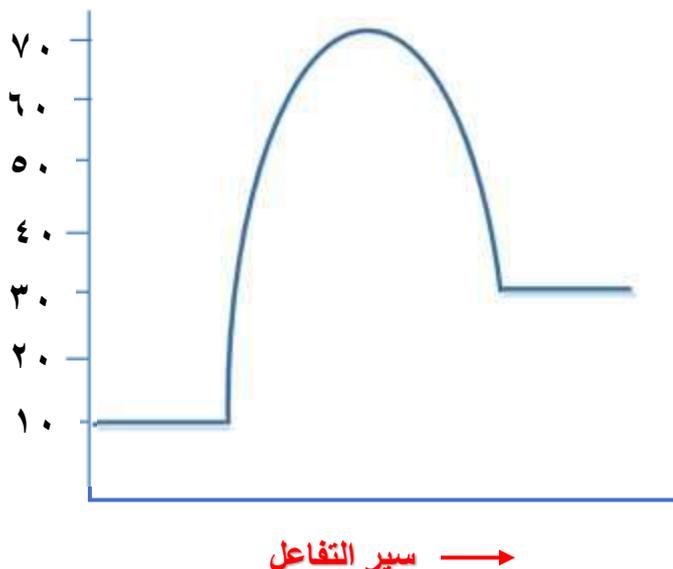
✓ في التفاعلات الطاردة للطاقة يتم انبعاث الطاقة ، وتكتب كلمة طاقة أو قيمتها مع المواد الناتجة في المعادلة الكيميائية على النحو الآتي:



يمثل التغير في المحتوى الحراري ويكون سالب

ادرس منحنى طاقة وضع سير التفاعل الآتى ، ثم أجب عما يليه:

طاقة الوضع كيلوجول/مول



١- ما قيمة طاقة الوضع لكل من:

أ- المواد المتفاعلة.

ب- المواد الناتجة.

ج- المعقد المنشط.

٢- احسب قيمة التغير في المحتوى الحراري $H\Delta$.

٣- هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ ولماذا؟

٤- احسب قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي؟

٥- احسب قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟

الحل:-

١- أ- H المواد المتفاعلة = ١٠ كيلوجول/مول

ب- H المواد الناتجة = ٣٠ كيلوجول/مول

ج- طاقة وضع المعقد المنشط = ٧٠ كيلوجول/مول

٢- $H = H\Delta$ المواد الناتجة - H المواد المتفاعلة

$$= 30 - 10 = 20 \text{ كيلوجول/مول}$$

٣- ماص، لأن قيمة التغير في المحتوى الحراري $H\Delta$ موجبة.

٤- Ea أمامي = طاقة وضع المعقد المنشط - H المواد المتفاعلة

$$= 70 - 10 = 60 \text{ كيلوجول/مول}$$

٥- Ea عكسي = طاقة وضع المعقد المنشط - H المواد الناتجة

$$= 70 - 30 = 40 \text{ كيلوجول/مول}$$

يمكن حساب $H\Delta$ أيضاً من خلال العلاقة: $Ea = H\Delta$ أمامي - Ea عكسي

$$= 60 - 40 = 20 \text{ كيلوجول/مول}$$

٢

في تفاعل متزن كانت $H\Delta = (- ٨٠ \text{ كيلوجول/مول})$ وطاقة وضع المعقد المنشط =
 (١٥٠ كيلوجول/مول) وطاقة تنشيط التفاعل الأمامي = (٥٠ كيلوجول/مول) ، أجب عن
 الأسئلة الآتية:

- أ- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟
 ب- ما قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة؟
 ج- هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟
 د- أيهما أسرع التفاعل الأمامي أم العكسي؟

الحل:-

$$\text{أ- } E_a = H\Delta - E_a \text{ أمامي - عكسي}$$

$$E_a - ٥٠ = ٨٠ - \text{عكسي}$$

$$E_a \text{ عكسي} = ١٣٠ \text{ كيلوجول/مول}$$

$$\text{ب- } E_a \text{ أمامي} = \text{طاقة وضع المعقد المنشط} - H \text{ المواد المتفاعلة}$$

$$٥٠ = ١٥٠ - H \text{ المواد المتفاعلة}$$

$$H \text{ المواد المتفاعلة} = ١٠٠ \text{ كيلوجول/مول}$$

ج- طارد، لأن $H\Delta$ سالبة.

د- التفاعل الأمامي ، لأن E_a أمامي أقل من E_a عكسي

٣

ادرس التفاعل الآتي، ثم أجب عما يليه:



- ١- حدد نوع التفاعل: طارد أم ماص للطاقة؟
 ٢- ما قيمة التغير في المحتوى الحراري $H\Delta$ ؟
 ٣- أيهما أقل E_a أمامي أم E_a عكسي ؟
 ٤- أيهما أكبر H المواد المتفاعلة أم H المواد الناتجة ؟

الحل:-

١- طارد، لأن الطاقة مع المواد الناتجة أي منبعثة .

$$\text{٢- } H\Delta = - ٥١,٨ \text{ كيلوجول}$$

٣- E_a أمامي لأن التفاعل طارد للطاقة

٤- H المواد المتفاعلة

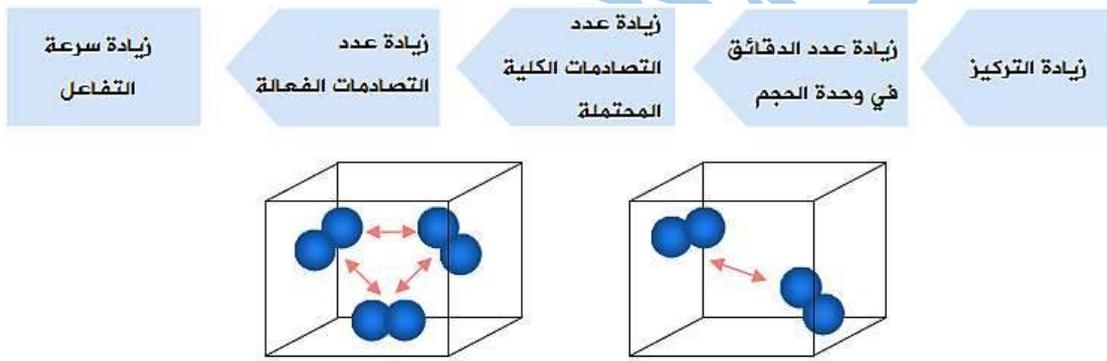
العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً

تركيز المواد المتفاعلة

إن زيادة تركيز إحدى المواد المتفاعلة تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي، فمثلاً تكون سرعة احتراق الكربون بوجود الأكسجين النقي أكبر من سرعة احتراقه في الهواء الجوي، بسبب قلة تركيز الأكسجين في الهواء الجوي عنه في الأكسجين النقي.

وفي التفاعلات التي تشمل على مواد متفاعلة في الحالة الغازية فإن زيادة ضغط الغاز يعمل على تقليل حجم الغاز، وبالتالي زيادة عدد جزيئات الغاز (زيادة تركيزه)، فتزداد سرعة التفاعل الكيميائي، كما في تصنيع الأمونيا حيث تؤدي زيادة ضغط غازي الهيدروجين والنيتروجين إلى زيادة سرعة إنتاج الأمونيا.



كلما زاد تركيز المواد المتفاعلة زاد عدد التصادمات الكلية

كيف تفسر نظرية التصادم زيادة سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة؟

فكر



مساحة
للإجابة

تختلف سرعة التفاعل الكيميائي باختلاف التركيب الكيميائي للمادة وخصائصها، حيث يعتمد ذلك على عدد إلكترونات التكافؤ (عدد إلكترونات المدار الأخير) فمثلاً هناك مواد يحتوي مدارها الأخير على إلكترون واحد ومواد أخرى على إلكترونين، وبالتالي فقد المادة لإلكترون واحد أسرع من فقد إلكترونين.

ومن الممكن أيضاً أن تكون المادة على شكل محلول أو مسحوق، حيث أن المواد على شكل محلول تكون أيوناتها حرة الحركة بعكس المسحوق تكون مقيدة الحركة، وبالتالي فإن المادة على شكل محلول أسرع تفاعلاً من المادة على شكل مسحوق.

مثال

أي المواد الآتية أسرع تفاعلاً:

١- فلز الكالسيوم أم فلز الليثيوم؟

٢- محلول نترات النحاس أم مسحوقه؟

الحل:-

١- فلز الليثيوم لاحتواء مداره الأخير على إلكترون واحد بينما يحتوي الكالسيوم على إلكترونين.

٢- محلول نترات النحاس أسرع لأن أيوناته حرة الحركة.

مساحة سطح المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة

قد تكون المادة على شكل مسحوق (بودرة) أو على شكل بلورة، حيث أن المواد المتفاعلة في حالة المسحوق أسرع منها في حالة البلورة، لأن مساحة السطح المعرضة للتفاعل في حالة المسحوق أكبر منها في حالة البلورة (كلما كانت مساحة السطح المعرض للتفاعل أكبر كان التفاعل أسرع).

تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من سلك من الحديد عند الظروف نفسها. فسر ذلك؟

فكر



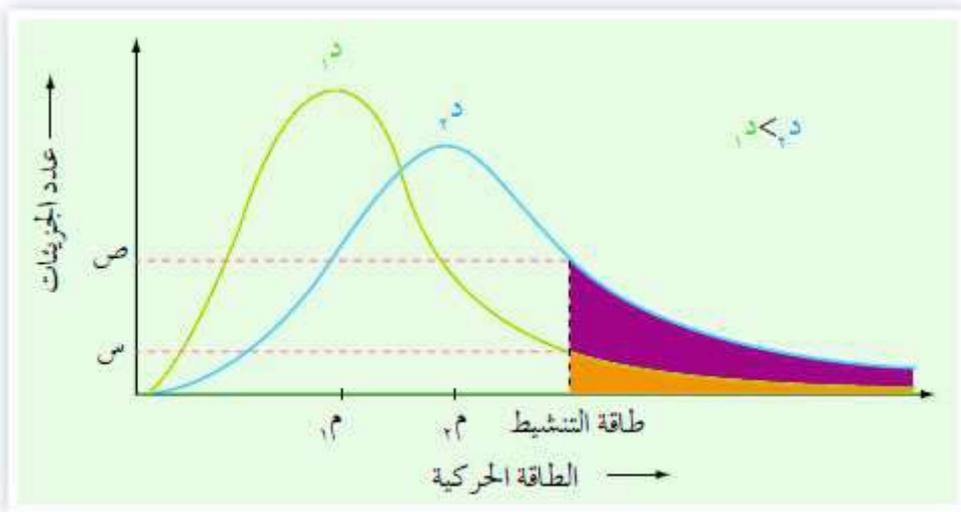
للإجابة
مساحة

جميع التفاعلات الكيميائية تزداد سرعتها مع زيادة درجة الحرارة سواء كانت ماصة أو طاردة للحرارة، مثل زيادة درجة الحرارة أثناء طهي الطعام، وكذلك خفض الحرارة يقلل من سرعة التفاعل الكيميائي كما في حفظ الأطعمة في الثلاجة لضبط التفاعلات الكيميائية التي تحدث للأطعمة وتسبب تحللها وفسادها.

كما تحفظ الأدوية في درجة الحرارة التي تنصح بها الشركة الصانعة وذلك لمنع تحلل أو تفكك المواد الكيميائية المكونة لها وبالتالي فسادها وعدم الحفاظ على صفتها العلاجية.

من خلال نظرية التصادم كيف يمكن تفسير أثر درجة الحرارة في سرعة التفاعل؟

يتم تفسير ذلك باستخدام منحنى ماكسويل-بولتزمان والذي يبين العلاقة بين عدد الجزيئات وطاقتها الحركية كما في الشكل:



توزيع الطاقة الحركية على جزيئات غاز ما عند درجتى حرارة مختلفتين.

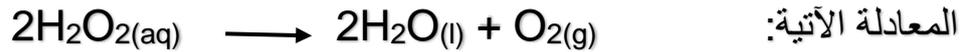
حيث أن معدل الطاقة الحركية للجزيئات يزداد بازدياد درجة الحرارة، فنلاحظ من الشكل أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة ازداد عدد الجزيئات (المنطقة المظللة) التي تمتلك طاقة التنشيط (أو أعلى منها) مما يعني زيادة عدد التصادمات التي تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.

- العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل علاقة عكسية فكلما ازدادت طاقة التنشيط قلت سرعة التفاعل.
- لا تؤثر درجة الحرارة على طاقة التنشيط بل أن زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط فتزداد التصادمات الفعالة وتزداد سرعة التفاعل.

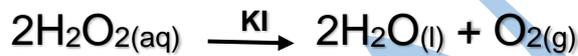
هي مواد تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي في الاتجاهين الأمامي والعكسي دون أن تستهلك أثناء التفاعل، وذلك بتقليل طاقة التنشيط للتفاعل.

تستخدم العوامل المساعدة لتقليل الزمن وزيادة الإنتاج.

مثال: يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين ببطء، في درجة الحرارة العادية إلى ماء وأكسجين كما في



ولزيادة سرعة التفاعل أعلاه يضاف يوديد البوتاسيوم (KI) كعامل مساعد، حيث يستدل على سرعة التفاعل بسرعة تصاعد غاز الأكسجين بإضافة سائل تنظيف، فتمثل المعادلة على النحو:



كيف يعمل العامل المساعد على زيادة سرعة التفاعل؟

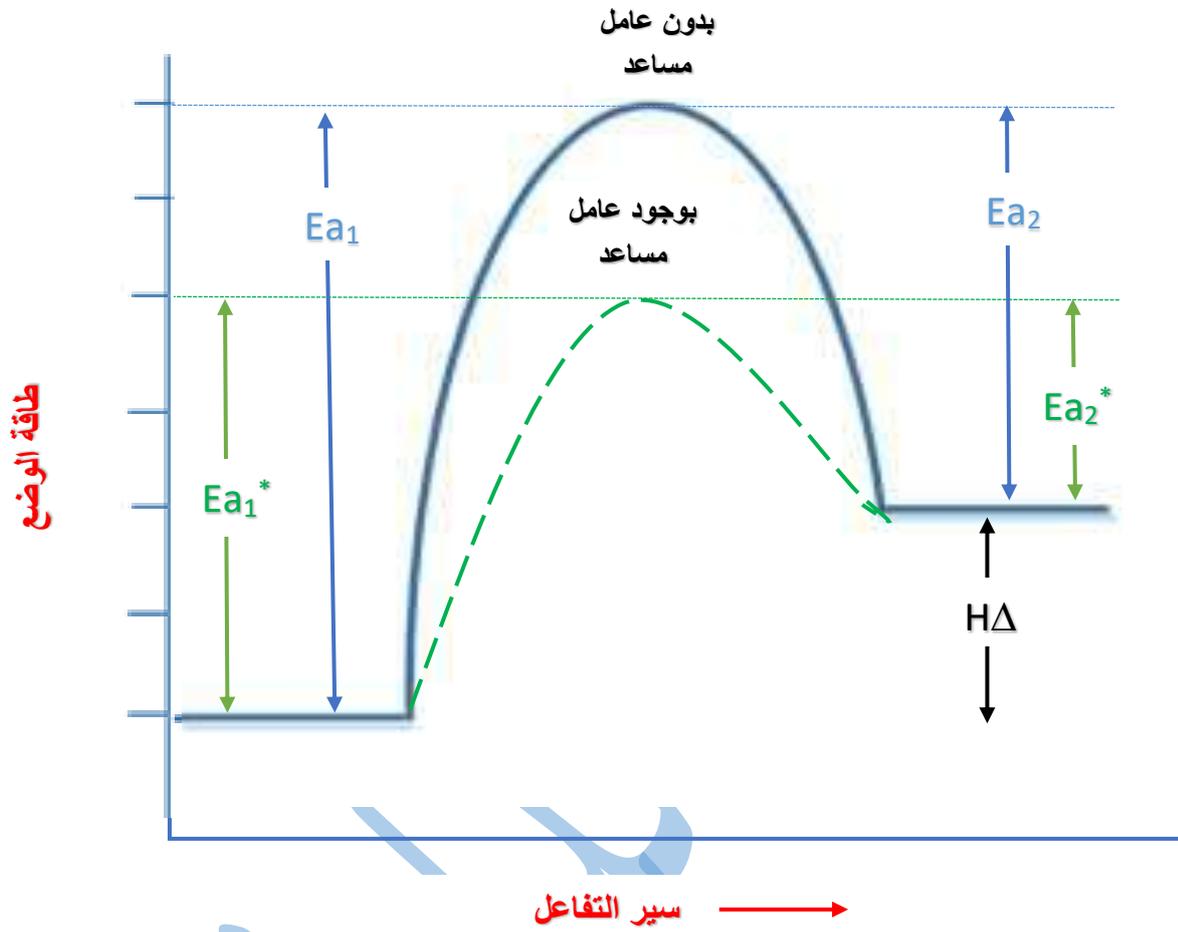
فكر



للإجابة
مساحة



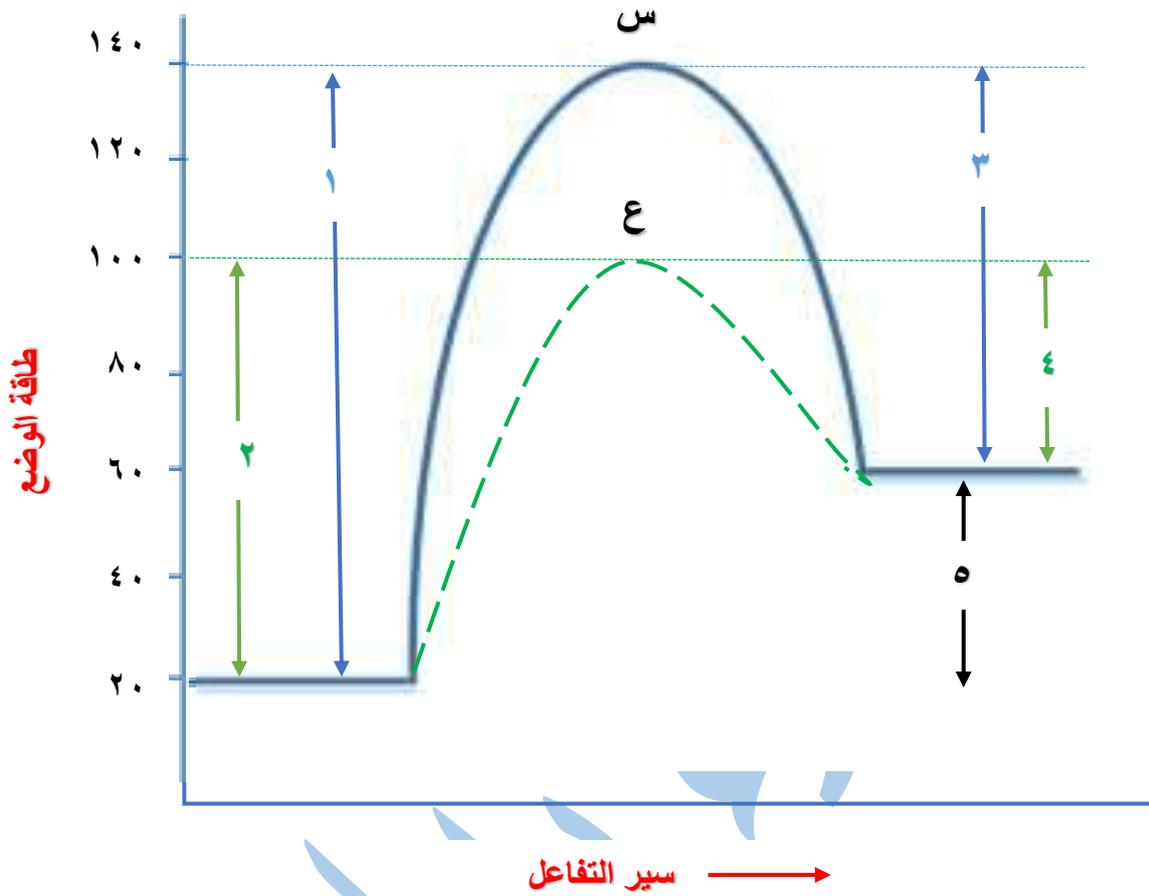
أثر العامل المساعد على سرعة التفاعل



نلاحظ من الشكل أن وجود العامل المساعد لم يؤثر على طاقة وضع المواد المتفاعلة أو الناتجة وبالتالي فإن التغير في المحتوى الحراري $H\Delta$ لم يتأثر ويبقى كما هو.

كما نلاحظ انخفاض طاقة التنشيط للتفاعلين الأمامي والعكسي بسبب انخفاض طاقة المعقد المنشط مما يسهل أو يسرع من حدوث التفاعل.

😊 سؤال: ادرس منحنى سير التفاعل الآتي، ثم أجب عما يليه:



- ١- ماذا تمثل الرموز (س ، ع)؟
- ٢- ماذا تمثل الأرقام من (١ - ٥)؟
- ٣- احسب قيمة المحتوى الحراري $H\Delta$ ؟
- ٤- هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟
- ٥- احسب طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد؟
- ٦- احسب طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون وجود العامل المساعد؟
- ٧- كيف يؤثر وجود العامل المساعد على كل من:
 - أ- طاقة وضع المتفاعلات؟
 - ب- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟
 - ج- المحتوى الحراري؟
 - د- سرعة التفاعل الأمامي؟
- ٨- أيهما أسرع التفاعل الأمامي أم العكسي؟

سؤال: في التفاعل الآتي: حرارة $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

إذا علمت أن طاقة الوضع للمواد المتفاعلة = ١٥٠ كيلو جول، وطاقة الوضع للمواد الناتجة = ٦٠ كيلو جول، وطاقة التنشيط لتفاعل الأمامي = ٢٠ كيلو جول ، أجب عما يلي:

- ١- ما قيمة $H\Delta$ للتفاعل؟
- ٢- ما قيمة طاقة الوضع للمعقد المنشط؟
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟
- ٤- هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟
- ٥- ما أثر رفع درجة الحرارة على سرعة التفاعل العكسي (تزداد، تقل، تبقى ثابتة)؟

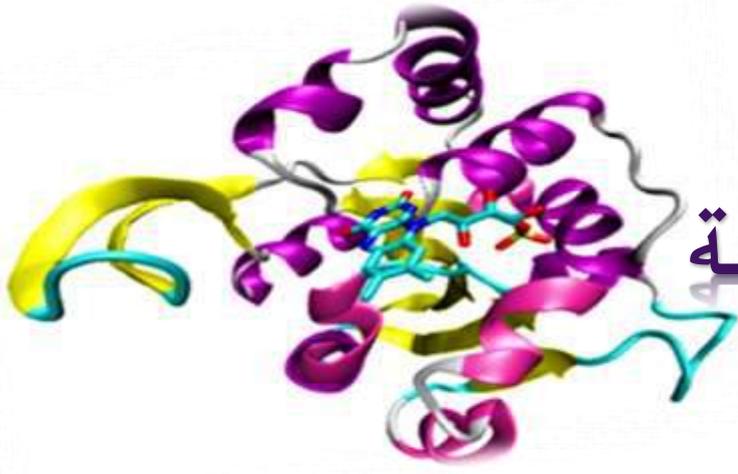
مساحة للإجابة

سؤال: إذا كانت قيم طاقات الوضع (كيلو جول/مول) لتفاعل ما هي :

المواد المتفاعلة (٥٠) ، المواد الناتجة (٨٠) ، المعقد المنشط بدون عامل مساعد (١٥٠) ، المعقد المنشط بوجود عامل مساعد (١٢٠) ، أجب عما يلي:

- ١- ما قيمة $H\Delta$ للتفاعل؟
- ٢- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون عامل مساعد؟
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد؟
- ٤- هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟

مساحة للإجابة



تطبيقات حياتية

تعد الأنزيمات أحد أهم العوامل المساعدة في جسم الإنسان، وهي تعمل على تسريع العمليات الحيوية وتنظيمها، وذلك من خلال تخفيض طاقة التنشيط للتفاعلات داخل الجسم.

ومن الأمثلة على الأنزيمات في جسم الإنسان:

أنزيم الأميليز: يحلل النشا إلى سكريات ثنائية.

أنزيمات هاضمة: تفرزها المعدة للمساعدة في عملية الهضم.

😊 سؤال: يتم حرق السكر في جسم الإنسان عند 37°C بينما يحتاج في المختبر إلى درجة حرارة أعلى، فسر سبب ذلك؟

مساحة للإجابة

أسئلة الفصل وإجاباتها

(١) وضح المقصود بالمصطلحات الآتية:

طاقة التنشيط، العامل المساعد، المحتوى الحراري للتفاعل، المعقد المنشط، التصادم الفعال.

(٢) اعتمادًا على الشكل (٣-١٥)، أجب عن

الأسئلة الآتية:

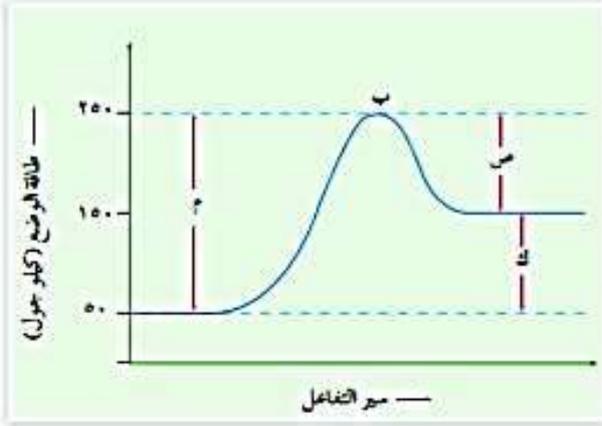
(أ) ما رمز طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي؟

(ب) ما رمز طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟

(ج) ما رمز التغير في المحتوى الحراري

للتفاعل (ΔH)؟

(د) هل التفاعل ماص للطاقة أم طارد لها؟



الشكل (٣-١٥): منحني طاقة الوضع أثناء سير التفاعل.

(٣) في التفاعل الافتراضي: $A_2 + 3B_2 \xrightarrow{C} 2AB_3 + 90 \text{ kJ}$

إذا علمت أن كتلة العامل المساعد C تساوي ٣ غ عند بدء التفاعل، وأن طاقة التنشيط للتفاعل

العكسي بوجود العامل المساعد تساوي ١٦٣ كيلوجول.

(أ) ما كتلة العامل المساعد عند نهاية التفاعل؟

(ب) احسب طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد.

(٤) فسر كلاً مما يأتي:

(أ) يتم حرق السكر في جسم الإنسان عند ٣٧°س بينما يحتاج حرقه في المختبر إلى درجة

حرارة أعلى بكثير.

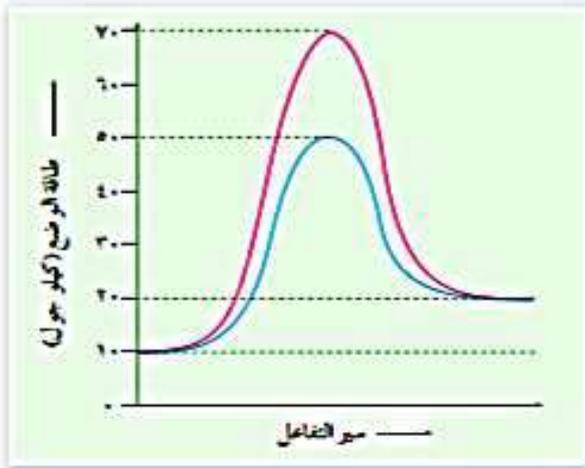
(ب) يتم حرق نشارة الخشب بسرعة أكبر من حرق قطعة من الخشب لها الكتلة نفسها.

(ج) لا تؤدي جميع التصادمات بين دقائق المواد المتفاعلة إلى حدوث تفاعل.

(د) عند خلط محلولين من نترات الفضة وكلوريد الصوديوم يتكون راسب أبيض بسرعة أكبر

من سرعة ظهوره عند خلطهما وهما على شكل مسحوق.

٥) ادرس الشكل الآتي الذي يبين التفاعل بوجود عامل مساعد ومن دونه، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٣-١٦): منحى طاقة الوضع أثناء سير التفاعل.

١) ما قيمة كل مما يأتي:

(١) طاقة وضع كل من المواد المتفاعلة

والمواد الناتجة؟

(٢) طاقة تنشيط التفاعل الأمامي من

دون عامل مساعد؟

(٣) طاقة تنشيط التفاعل العكسي مع

عامل مساعد؟

(٤) طاقة وضع المعقد المنشط من دون

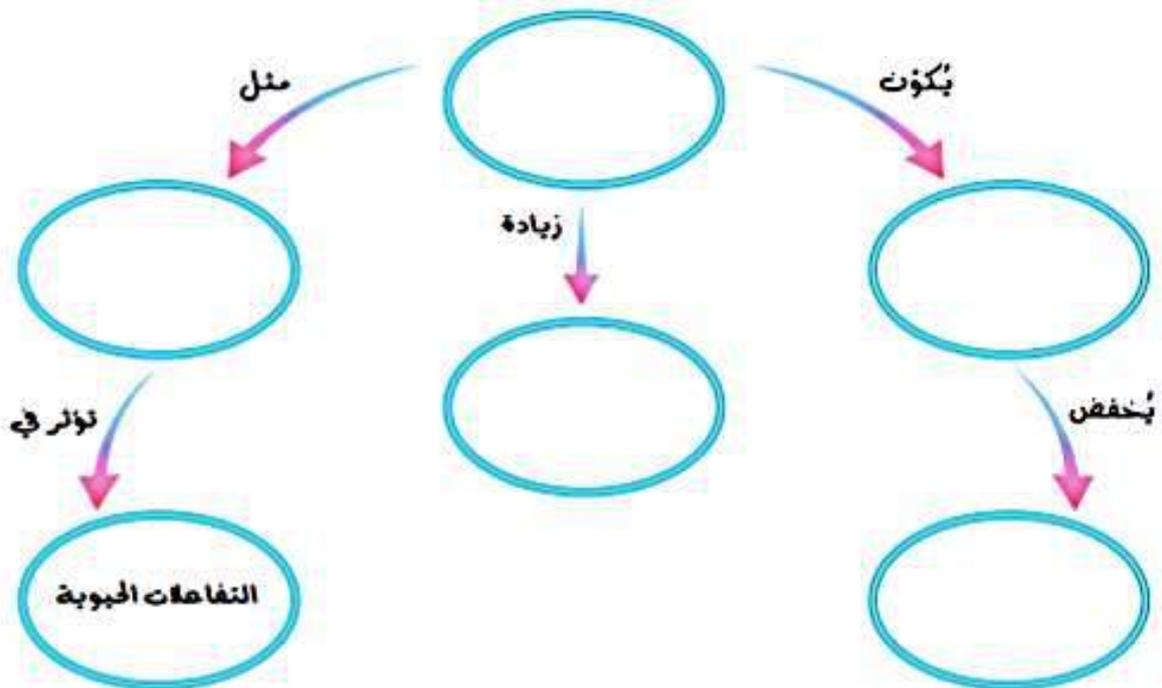
عامل مساعد؟

ب) هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟

٦) بين أثر رفع درجة الحرارة في سرعة التفاعل، وفسر هذا الأثر بالاعتماد على نظرية التصادم.

٧) أكمل الفراغ في المخطط الآتي، مستخدماً مصطلحات سرعة التفاعل، العامل المساعد، مسار

بديل لسير التفاعل، أنزيمات، طاقة التنشيط.



(1)

- طاقة التنشيط : هي الحد الأدنى من الطاقة التي يجب توافره لكسر الروابط بين ذرات المواد المتفاعلة كي تتفاعل وتكون نواتج .

- العامل المساعد: هي مادة تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية دون أن تستهلك أثناء التفاعل.

- التغير في المحتوى الحراري للتفاعل: الطاقة المصاحبة للتفاعل ويعبر عن الفرق بين طاقة وضع المواد الناتجة والمواد المتفاعلة .

- المعقد المنشط: بناء غير مستقر بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة له طاقة وضع عالية.

- التصادم الفعال: التصادم الذي يؤدي إلى تكوين نواتج.

(2)

(أ) م (ب) ص (ج) ك (د) ماص

(3)

(أ) كتلة العامل المساعد عند نهاية التفاعل تبقى ثابتة وتساوي ٣ غ

(ب) طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بوجود العامل المساعد

$$Ea_2^* - Ea_1^* = H\Delta$$

$$163 - Ea_1^* = 90-$$

$$73 = 163 + 90- = Ea_1^*$$

(4)

(أ) بسبب وجود الأنزيمات في جسم الانسان التي تعمل كعوامل مساعدة تقلل من طاقة تنشيط تفاعل احتراق السكر فتزيد من سرعته .

(ب) لأن مساحة السطح المعرض للتفاعل في حالة النشارة أكبر وكلما زادت مساحة السطح زادت عدد التصادمات الكلية المحتملة فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

(ج) حتى يحدث التفاعل يجب أن يكون التصادم بين الدقائق تصادمًا فعالاً أي الذي يحدث بين الدقائق التي تمتلك طاقة التنشيط ويكون اتجاه تصادمها مناسباً.

(د) لأن الأيونات في حالة المحلول تكون حرة الحركة مما يزيد من عدد التصادمات الكلية المحتملة فيزداد عدد التصادمات الفعالة وتزداد سرعة التفاعل.

(٥)

(أ)

- (١) طاقة وضع المواد المتفاعلة (١٠) والمواد الناتجة (٢٠)
(٢) طاقة تنشيط التفاعل الامامي دون عامل مساعد $60 = 10 - 70 =$
(٣) طاقة تنشيط التفاعل العكسي مع عامل مساعد $30 = 20 - 50 =$
(٤) طاقة وضع المعقد المنشط دون عامل مساعد (٧٠)
ب) ماص

(٦) إن زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة متوسط الطاقة الحركية التي تمتلكها الجزيئات فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل

(٧)

العامل المساعد

يكون مسار بديل لسير التفاعل

يُخفض طاقة التنشيط

زيادة سرعة التفاعل

مثل الأنزيمات



أسئلة الوحدة وإجاباتها

(١) اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بسرعة التفاعل الكيميائي:

(أ) تبقى ثابتة من بداية التفاعل وحتى نهايته. (ب) لا تتأثر بالتركيز.

(ج) لا تتأثر بالحرارة. (د) تتناقص مع الزمن.

(٢) في التفاعل الآتي: $A + 3B \longrightarrow 2C$ سرعة استهلاك B تساوي:

(أ) ضعف سرعة إنتاج C. (ب) ثلثي سرعة إنتاج C.

(ج) ثلاثة أضعاف سرعة استهلاك A. (د) ثلث سرعة استهلاك A.

(٣) يمثل قانون السرعة العلاقة بين:

(أ) سرعة التفاعل ودرجة الحرارة. (ب) الطاقة والتركيز.

(ج) درجة الحرارة والتركيز. (د) سرعة التفاعل والتركيز.

(٤) اعتماداً على التفاعل الآتي: $N_2H_4(g) \longrightarrow 2H_2(g) + N_2(g)$

إذا علمت أن معدل سرعة استهلاك N_2H_4 يساوي ٠,٢ مول/لتر. ث فإن معدل سرعة تكوّن H_2 بوحدة مول/لتر. ث يساوي:

(أ) ٠,١ (ب) ٠,٤ (ج) ٠,٨ (د) ٠,٦

(٥) تزداد سرعة التفاعل عند رفع درجة الحرارة بسبب:

(أ) زيادة طاقة المواد الناتجة.

(ب) زيادة طاقة المعقد المنشط.

(ج) زيادة عدد التصادمات الفعالة.

(د) نقصان طاقة التنشيط.

(٦) إضافة العامل المساعد للتفاعل، تؤدي إلى:

(أ) رفع طاقة المعقد المنشط. (ب) خفض طاقة المواد الناتجة.

(ج) التقليل من طاقة التنشيط. (د) زيادة سرعة التفاعل الأمامي وليس العكسي.

(٧) أي التفاعلات الآتية يُنتج كمية أكبر من غاز H_2 ؟

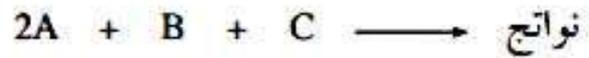
- أ) تفاعل قطعة من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه ١ مول/لتر.
ب) تفاعل مسحوق من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه ١ مول/لتر.
ج) تفاعل مسحوق من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه ٠,١ مول/لتر.
د) تفاعل قطعة من الخارصين مع حمض HCl الذي تركيزه ٠,٥ مول/لتر.

(٨) إذا كان قانون السرعة للتفاعل الافتراضي $D + E \longrightarrow Z$ هو:

سرعة التفاعل $k = [D][E]^3$ وعند مضاعفة تركيز E ثلاث مرات وتركيز D مرتين فإن سرعة التفاعل تتضاعف بمقدار:

- أ) ١٢ مرة. ب) ٩ مرات. ج) ٦ مرات. د) ٣ مرات.

(٩) في التفاعل الافتراضي الآتي:



تم الحصول على البيانات الآتية عملياً من خلال التجربة:

رقم التجربة	[A] (مول/لتر)	[B] (مول/لتر)	[C] (مول/لتر)	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	٠,٢	٠,٠٢
٢	٠,٢	٠,١	٠,٣	٠,٠٩
٣	٠,٢	٠,٢	٠,٤	٠,١٦
٤	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,١٦

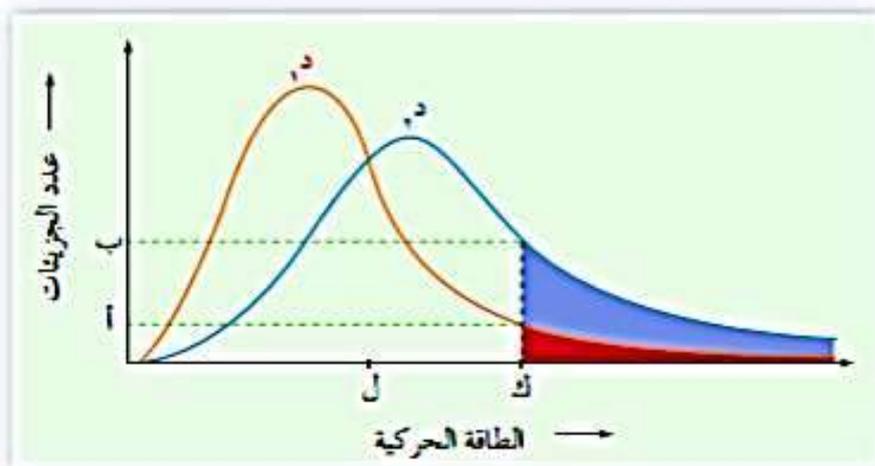
أ) اكتب قانون سرعة التفاعل.

ب) احسب تركيز C عندما تكون السرعة الابتدائية تساوي 1×10^{-1} مول/لتر.ث،

و $[B] = [A] = 0,05$ مول/لتر.

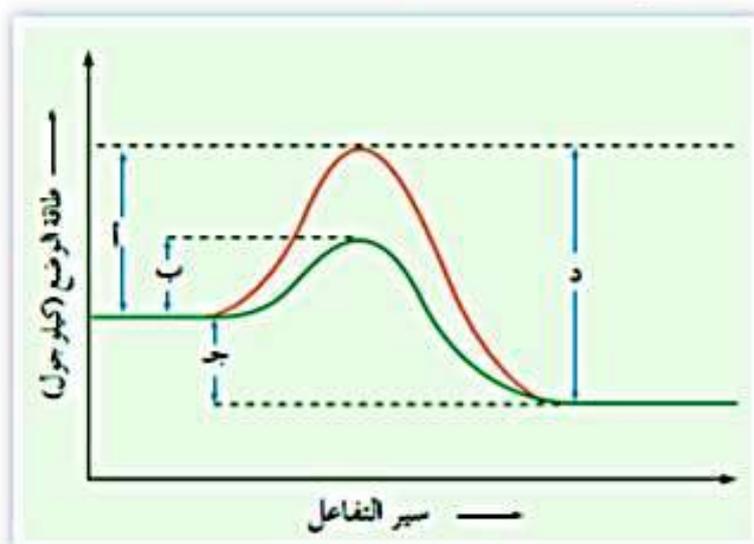


٣) اعتمد على الشكل (٣-١٧)، للإجابة عن الأسئلة الآتية:



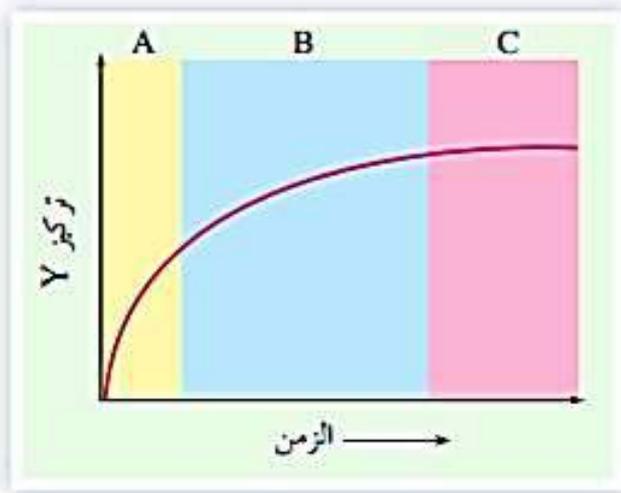
الشكل (٣-١٧): توزيع الطاقة الحركية على جزيئات غاز ما عند درجتى حرارة مختلفتين.

- أ) ما الرمز الذي يمثل طاقة التنشيط؟
 ب) ما أثر زيادة درجة الحرارة في سرعة التفاعل؟
 ج) ما الرمز الذي يمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط عند درجة الحرارة الأقل؟
 ٤) اعتماداً على الشكل (٣-١٨) الذي يمثل سير التفاعل لأحد التفاعلات، أجب عن الأسئلة الآتية:
 أ) إلام تشير كل من الرموز (أ، ب، ج، د)؟
 ب) ما أثر إضافة العامل المساعد في كل من: طاقة التنشيط للتفاعل العكسي، المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH)، طاقة المواد المتفاعلة.



الشكل (٣-١٨): منحنى طاقة الوضع أثناء سير التفاعل.

٥) أجريت تجربة لقياس سرعة تفاعل ما عن طريق دراسة التغير في تركيز المادة Y بالنسبة للزمن،



وُمثلت النتائج بالشكل (٣-١٩)، ادرس

الشكل، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) هل المادة Y مادة متفاعلة أم ناتجة؟

وضّح إجابتك.

ب) أيّ الفترات الزمنية (A أم B أم C)

يكون معدل سرعة التفاعل فيها أعلى؟

الشكل (٣-١٩): التغير في تركيز

المادة Y بالنسبة للزمن.

٦) تم الحصول على النتائج في الشكل (٣-٢٠) للتفاعل الآتي:



اكتب قانون سرعة التفاعل.

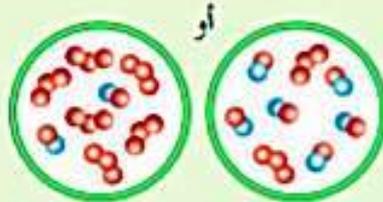
البدء بتركيز متساوٍ
من المتفاعلات



0:09

زمن انتهاء التفاعل

مضاعفة تركيز أحد
المتفاعلات ٣ مرات

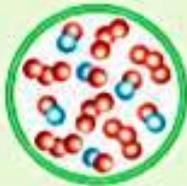


التفاعل أسرع
٣ مرات

0:03

زمن انتهاء التفاعل

مضاعفة تركيز كلا
المتفاعلات ٣ مرات



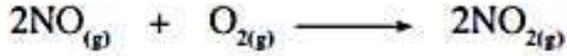
التفاعل أسرع
٩ مرات

0:01

زمن انتهاء التفاعل

الشكل (٣-٢٠): نتائج تجربة توضح العلاقة بين تراكيز المواد المتفاعلة وسرعة التفاعل.

٧) تم جمع البيانات للتفاعل الآتي عند درجة حرارة معينة. ادرسها، ثم أجب عما يليها من أسئلة:



رقم التجربة	[NO] (مول/لتر)	[O ₂] (مول/لتر)	سرعة استهلاك O ₂ (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,٢	٦×١٠^{-٦}
٢	٠,٢	٠,١	$٢,٢ \times ١٠^{-٦}$
٣	٠,٣	٠,١	$٢,٧ \times ١٠^{-٦}$

أ) اكتب قانون سرعة التفاعل.

ب) احسب قيمة ثابت السرعة k .

ج) احسب سرعة تكوّن NO₂ عندما يكون [NO] = [O₂] = ٠,١ مول/لتر.

٨) في تفاعل طارد للطاقة، إذا علمت أن ΔH للتفاعل تساوي -٢٠٠ كيلوجول، وأن طاقة وضع المواد الناتجة ٨٠ كيلوجول. وعند استخدام عامل مساعد، انخفضت طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بمقدار ٢٠ كيلوجول، وأصبحت طاقة وضع المعقد المنشط ٣٥٠ كيلوجول. احسب:

أ) طاقة وضع المواد المتفاعلة بوجود العامل المساعد.

ب) طاقة وضع المعقد المنشط من دون وجود عامل مساعد.

ج) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.

د) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي من دون وجود عامل مساعد.

٩) ما أثر كل من الآتية في زمن ظهور النواتج لتفاعل ما (يزيد، يقل، يبقى ثابتاً):

أ) خفض درجة الحرارة.

ب) استخدام العامل المساعد.

(1)

(1) (د) تتناقص مع الزمن	(2) (ج) ثلاثة أضعاف سرعة استهلاك A	(3) (د) سرعة التفاعل والتركيز	(4) (ب) 0.04
(5) (ج) زيادة عدد التصادمات الفاعلة	(6) (ج) التقليل من طاقة التنشيط	(7) (ب) تفاعل مسحوق من الخارصين مع HCl الذي تركيزه 1 مول/لتر	(8) (أ) 12 مرة

(2)

أ) نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل

$$س = k [A]^x [B]^y [C]^z$$

نأخذ التجريبتين (4,3) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ B حيث يكون [A] و [C] ثابت

نلاحظ أنه عند مضاعفة [B] تبقى سرعة التفاعل ثابتة وهذا يعني أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ B = 0

نأخذ التجريبتين (3,2) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ C حيث يكون [A] ثابت، و [B] لا يؤثر في السرعة لأن رتبتهما = 0

$$س_1 = 0.09 = k (0.2)^y (0.3)^z$$

$$س_2 = 0.16 = k (0.2)^y (0.4)^z$$

$$\frac{س_1}{س_2} = \frac{k (0.2)^y (0.3)^z}{k (0.2)^y (0.4)^z} = \frac{0.09}{0.16}$$

$$\frac{(0.3)^z}{(0.4)^z} = \frac{0.09}{0.16}$$

$$\frac{(3)^z}{(4)^z} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{3^z}{4^z} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{3^z}{4^z} = \frac{9}{16}$$

وهذا يتحقق عندما قيمة z = 2

أي أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ C = 2

ولإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ A نأخذ التجريبتين (1,2)

$$س_1 = 0.09 = k (0.2)^x (0.3)^2$$

$$س_2 = 0.02 = k (0.1)^x (0.3)^2$$

وبقسمة س₁ على س₂ نحصل على :

$$\frac{س_1}{س_2} = \frac{k (0.2)^x (0.3)^2}{k (0.1)^x (0.3)^2} = \frac{0.09}{0.02}$$

$$\frac{(0.2)^x}{(0.1)^x} = \frac{0.09}{0.02}$$

$$\frac{(0,09)^2(0,2)}{(0,04)^2(0,1)} = \frac{9}{2}$$

$$\frac{9^x(2)}{4^x(1)} = \frac{9}{2}$$

$$x2 = 2$$

$$1 = x$$

أي أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ A = 1

$$\text{س } k = [A]^1[B]^1[C]^0 \text{ ومنها}$$

$$\text{س } k = [A]^1[C]^0$$

ب) نأخذ بيانات تجربة 1 مثلا لحساب قيمة k

$$\text{س } k = [A]^1[C]^0$$

$$k = 0,02 = [0,1]^1[0,2]^0$$

ومنها k = 0,02 لتر¹/مول¹. ث

$$\text{س } k = [A]^1[C]^0$$

$$1 \times 0,02 = [0,05]^1[0,05]^0$$

$$[C] = 0,04 = [C] \leftarrow [C] = 0,2 \text{ مول/لتر}$$

(3)

أ) ك

ب) تزيد سرعة التفاعل.

ج) أ

(4)

أ)

أ تمثل طاقة تنشيط التفاعل الامامي من دون عامل مساعد

ب تمثل طاقة تنشيط التفاعل الامامي بوجود عامل مساعد

ج) ΔH

د تمثل طاقة تنشيط التفاعل العكسي من دون عامل مساعد

ب) اضافة العامل المساعد تقلل من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

ولا يؤثر في التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ولا يؤثر في طاقة وضع المواد المتفاعلة

(٥) مادة ناتجة لأن تركيزها يزداد مع الزمن

(ب) في الفترة A

(٦)

$$s = k [NO]^2 [O_3]$$

(٧)

(أ) نكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل

$$s = k [NO]^x [O_2]^y$$

نأخذ التجريبتين (٢،٣) لإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ NO حيث يكون [O₂] ثابت

$$s_1 = k (0,1)^x (0,2)^y = 1,2 \times 10^{-10}$$

$$s_2 = k (0,1)^x (0,3)^y = 2,7 \times 10^{-10}$$

وبقسمة s₂ على s₁ نحصل على :

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{k (0,1)^x (0,3)^y}{k (0,1)^x (0,2)^y} = \frac{2,7 \times 10^{-10}}{1,2 \times 10^{-10}}$$

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{2,7}{1,2} = \frac{9}{4}$$

$$2 = x$$

أي أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ NO = 2

ولإيجاد رتبة التفاعل بالنسبة لـ O₂ نأخذ التجريبتين (١،٢)

$$s_1 = k (0,1)^x (0,2)^y = 1,2 \times 10^{-10}$$

$$s_2 = k (0,2)^x (0,1)^y = 6 \times 10^{-10}$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{k (0,1)^x (0,2)^y}{k (0,2)^x (0,1)^y} = \frac{1,2 \times 10^{-10}}{6 \times 10^{-10}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^y \frac{2}{1} = \frac{1}{5}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^y = \frac{1}{10}$$

$$1 = y$$

أي أن رتبة التفاعل بالنسبة لـ O₂ = 1

$$s = k [NO]^2 [O_2]$$

ب) نأخذ بيانات تجربة ١ مثلاً لحساب قيمة k

$$k = \frac{[O_2]}{[NO]^2}$$

$$k = \frac{10^{-10} \times 6}{(0,1)^2} = 6 \times 10^{-10}$$

$$\text{ومنها } k = 3 \times 10^{-10} \text{ لتر}^2/\text{مول}^2 \cdot \text{ث}$$

ج) نحسب أولاً سرعة استهلاك O_2 وتساوي سرعة التفاعل لأن عدد مولاتها واحد.

$$k = \frac{[O_2]}{[NO]^2}$$

$$k = \frac{10^{-10} \times 3}{(0,1)^2} = 3 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر} \cdot \text{ث}$$

$$\text{سرعة إنتاج } NO_2 = 2 \times \text{سرعة استهلاك } O_2$$

$$\text{سرعة إنتاج } NO_2 = 2 \times 3 \times 10^{-10} = 6 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر} \cdot \text{ث}$$

(٨)

أ) طاقة وضع المواد المتفاعلة بوجود العامل المساعد (٢٨٠)

ب) طاقة وضع المعقد المنشط دون وجود عامل مساعد (٣٧٠)

ج) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد (٢٧٠)

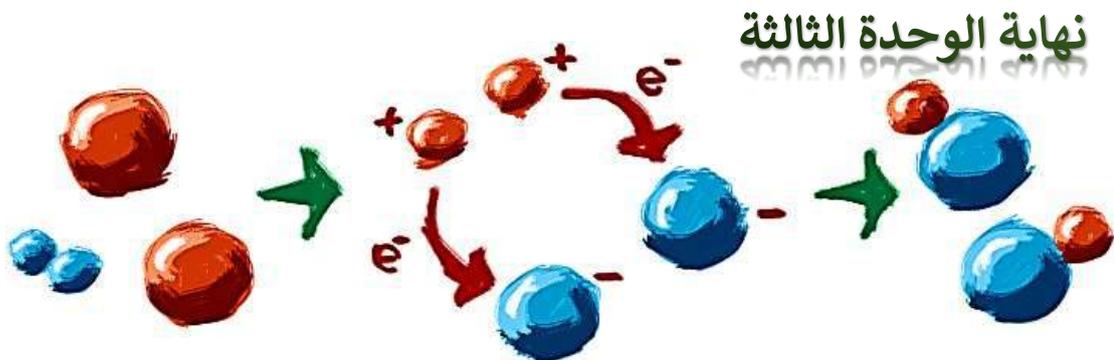
د) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون وجود عامل مساعد (٢٩٠)

(٩)

أ) يزداد

ب) يقل

مراجعة



الكيمياء العضوية

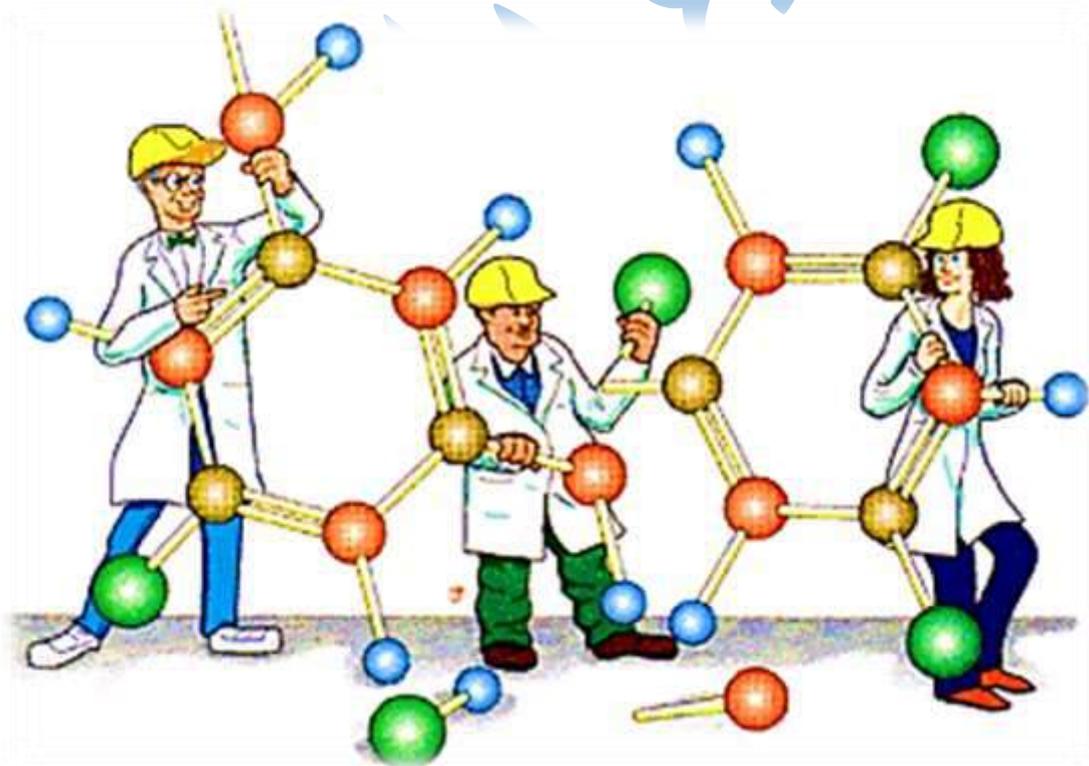
- ❖ تفاعلات المركبات العضوية وطرائق تحضيرها.
- ❖ المركبات العضوية الحيوية.



تفاعلات المركبات العضوية وطرائق تحضيرها Reactions and Preparation of Organic Compounds

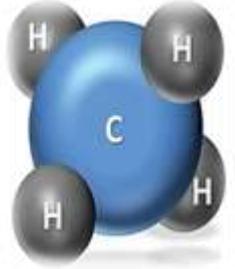
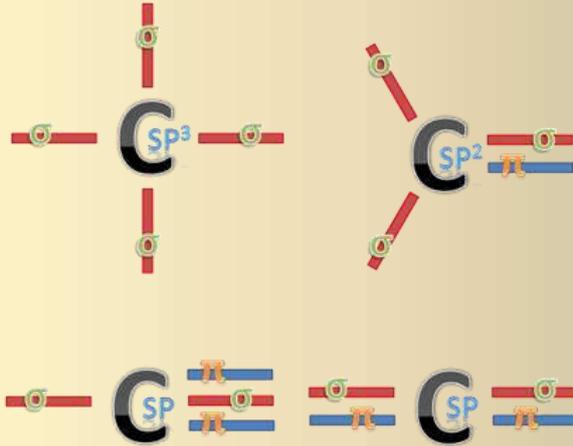
النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- ١- تكتب معادلات كيميائية تعبر عن إضافة، والاستبدال، والحذف، والتأكسد والاختزال لبعض المركبات العضوية.
- ٢- تميز مخبرياً بين بعض أنواع المركبات العضوية.
- ٣- تكتب معادلات كيميائية تبين كيفية تحضير بعض المركبات العضوية.
- ٤- تبين أثر تركيز المواد المتفاعلة في سرعة التفاعل الكيميائي.
- ٥- تقدر أهمية بعض المركبات العضوية في حياتنا اليومية.



تفاعلات المركبات العضوية

تذكير: ذرة الكربون ويرمز لها بالرمز (C) وعددها الذري 6 وعدد إلكترونات التكافؤ لها 4.



تصنف تفاعلات المركبات العضوية بناءً على طريقة حدوثها إلى تفاعلات:

- ✓ تفاعلات الإضافة
- ✓ تفاعلات الحذف
- ✓ تفاعلات الاستبدال
- ✓ تفاعلات التأكسد والاختزال
- ✓ تفاعلات الحموض والقواعد العضوية

وسنقوم الآن بدراسة كيفية حدوث هذه التفاعلات ومعرفة نواتجها العضوية



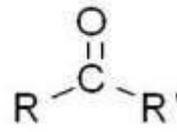
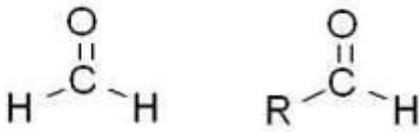


١ تفاعلات الإضافة

هو تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة جديدة، حيث يشترط لحدوث مثل هذا النوع من التفاعلات وجود روابط ثنائية أو ثلاثية ليتم كسرها وتكوين روابط جديدة وذلك لاحتوائها على رابطة من نوع π مما يجعلها تتفاعل بالإضافة.
ومن المركبات التي تحتوي على روابط من نوع π :

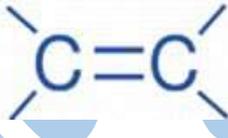


٣- الكربونيل مثل: الكيتونات



أ الإضافة إلى الألكينات

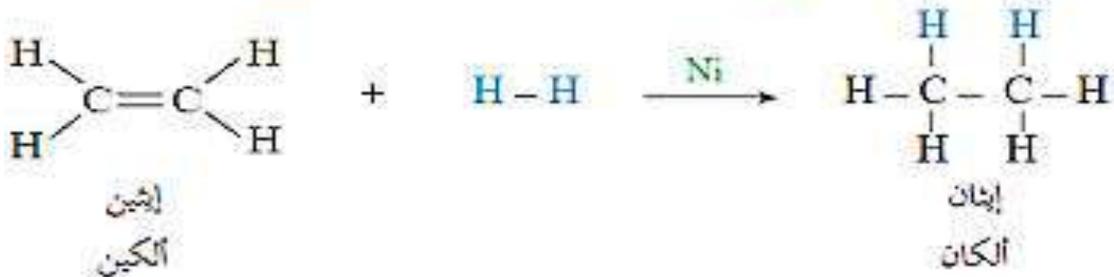
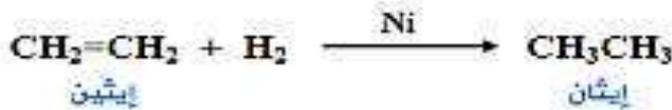
تتميز الألكينات باحتوائها على رابطة ثنائية بين ذرتي كربون مما يجعل لديها القدرة على التفاعل بالإضافة



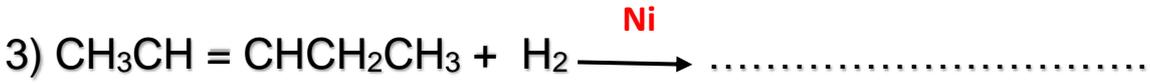
المواد التي يتم إضافتها إلى الألكينات:

١ إضافة الهيدروجين (الهدرجة)

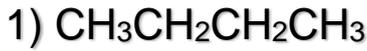
ألكين + هيدروجين عامل مساعد (Pt أو Ni) ألكان



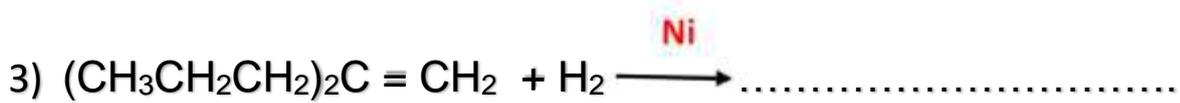
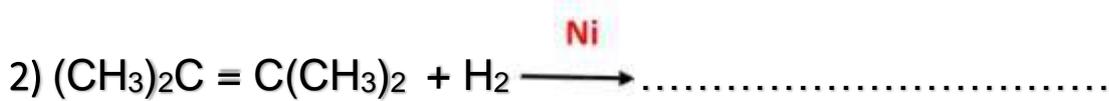
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



مما سبق نلاحظ أن الإضافة تكون على ذرتي الكربون اللاتي يملكنا الرابطة الثنائية وذلك من خلال كسر الرابطة π وتكوين روابط جديدة من نوع σ ، مما يؤدي إلى تكوين هيدروكربون مشبع (الكان) ، حيث تستخدم Ni أو Pt كعوامل مساعدة دون أن تستهلك أثناء التفاعل.



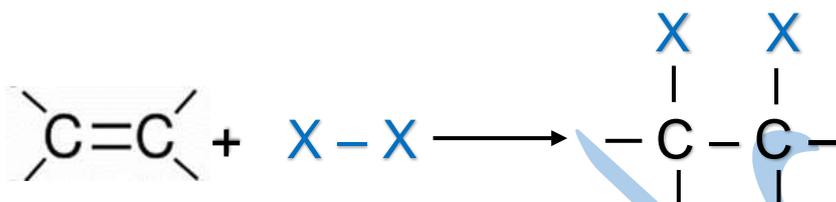
إضافة الهالوجينات (X₂)

٢

ألكين + هالوجين ← هاليد ألكيل

X₂ تمثل: Cl₂ أو I₂ وهنا لا نستخدم عامل مساعد

وتمثل أيضاً: Br₂ وهنا نستخدم عامل مساعد وهو (CCl₄)

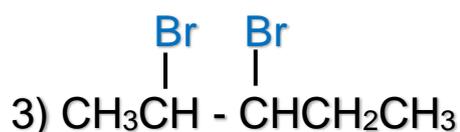
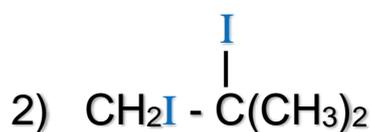
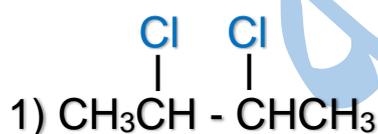


أكمل التفاعلات الآتية:

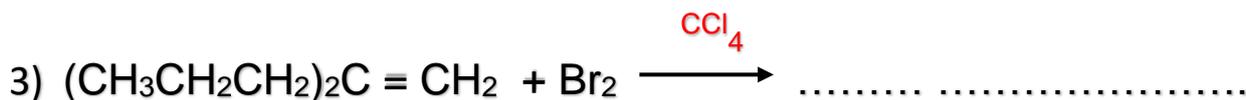
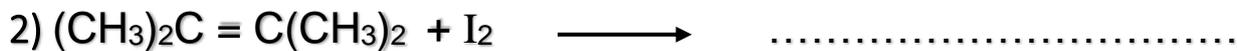
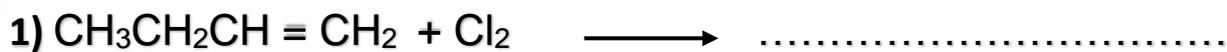
مثال



الحل:-



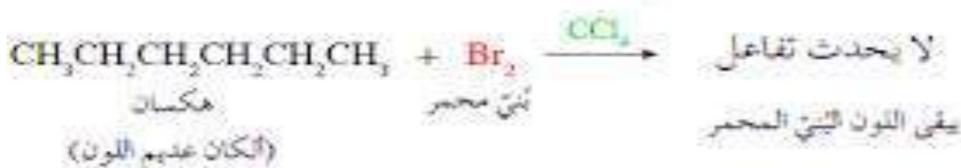
😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



مما سبق نلاحظ أن الإضافة تكون على ذرتي الكربون اللاتي يملكان الرابطة الثنائية وذلك من خلال كسر الرابطة π وتكوين روابط جديدة من نوع σ ، مما يؤدي إلى تكوين هاليد الألكيل ، حيث يستخدم CCl_4 عند إضافة Br_2 كعامل مساعد دون أن يستهلك أثناء التفاعل.

عند إضافة محلول البروم Br_2 المذاب في CCl_4 ذي اللون البني المحمر إلى الألكينات، فإن البروم يتفاعل مع الألكينات منتجاً هاليد الألكيل مع اختفاء اللون البني المحمر لمحلول البروم، مما يدل على حدوث التفاعل.

يستخدم محلول البروم Br_2 المذاب في CCl_4 للتمييز مخبرياً بين الهيدروكربونات الغير مشبعة (الألكينات والألكاينات) والهيدروكربونات المشبعة (الألكانات) حيث يتفاعل مع الهيدروكربونات الغير المشبعة منتجاً هاليد الألكيل مع اختفاء اللون البني المحمر، ولا يتفاعل مع الهيدروكربونات المشبعة ويبقى اللون كما هو.



كيف تميز مخبرياً بين البيوتان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ والبيوتين $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ ؟
وضح إجابتك بمعادلات كيميائية؟

فكر



للإجابة
مساحة

إضافة هاليدات الهيدروجين (HX)

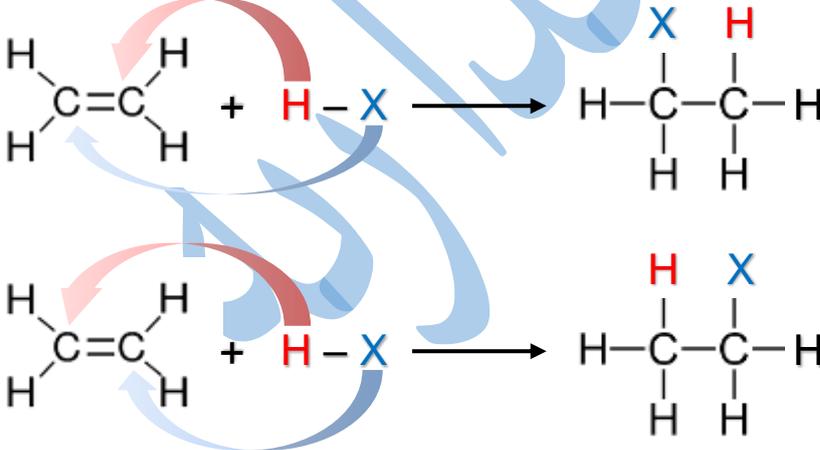
٣

ألكين + هاليد الهيدروجين ← هاليد ألكيل

HX تمثل: HCl أو HI أو HBr وهنا لا نستخدم عامل مساعد

حيث يعتبر مركب HX مركب قطبي

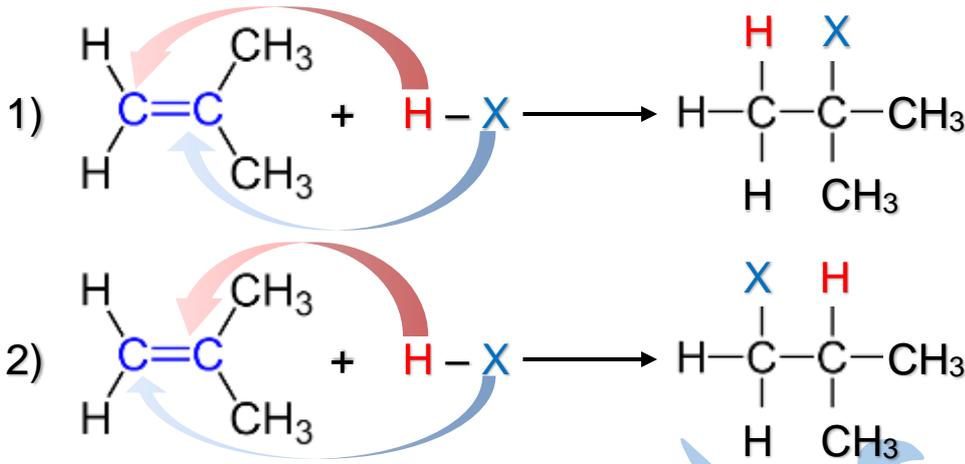
أ- إضافة H - X إلى ألكين متماثل:



عندما يكون عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرتي الكربون اللتان تشتركان بتكوين الرابطة الثنائية متساوي يكون **الألكين متماثل** لذلك لا يوجد فرق عند إضافة H أو X إلى أي من ذرتي الكربون المشتركة في الرابطة الثنائية، كما في المعادلتين السابقتين، حيث نلاحظ تكون المركب نفسه في الحالتين.

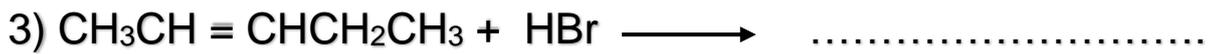
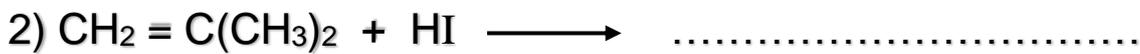


ب- إضافة H - X إلى ألكين غير متماثل:

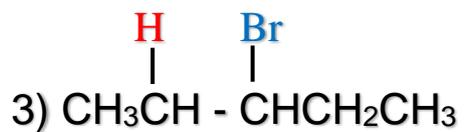
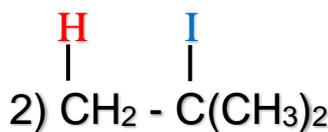
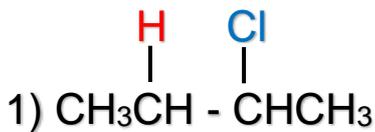


عندما يكون عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرتي الكربون اللتان تشتركان بتكوين الرابطة الثنائية غير متساوي يكون **الألكين غير متماثل** لذلك يوجد فرق عند إضافة H أو X إلى أي من ذرتي الكربون المشتركة في الرابطة الثنائية، كما في المعادلتين السابقتين، حيث نلاحظ تكون مركبين مختلفين عند الإضافة في الحالتين، فأَي الحالتين هي الأرجح للحدوث؟؟
لمعرفة أي الحالتين هي الأرجح للحدوث نتبع قاعدة تسمى **قاعدة ماركوفايكونوف** وتنص على:
" عند إضافة مركب قطبي إلى الرابطة الثنائية في ألكين غير متماثل؛ فإن ذرة الهيدروجين من المركب المضاف ترتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين" وعلية فإن المركب الناتج في الحالة الأولى هو الأرجح للحدوث حسب قاعدة ماركوفايكونوف.

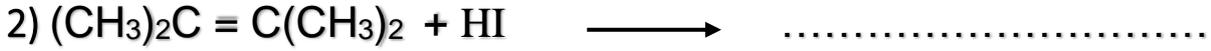
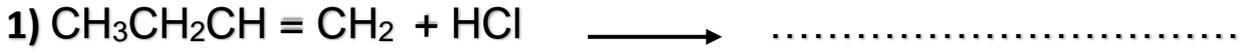
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



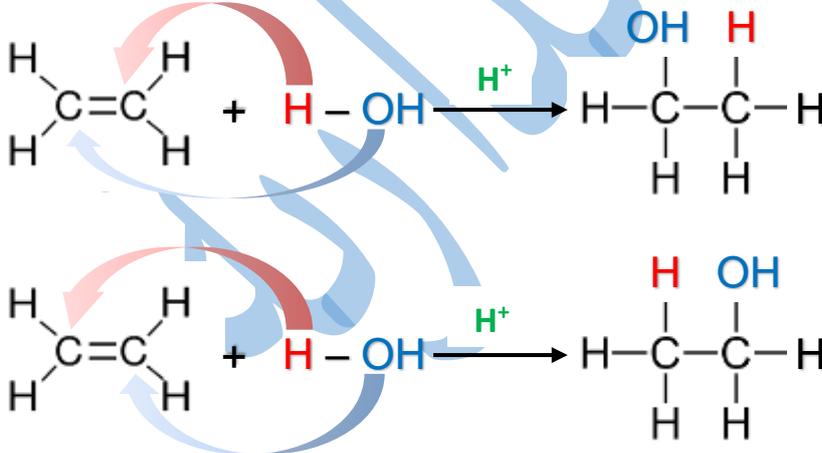
إضافة الماء (H_2O)

٤

الكين + الماء ← عامل مساعد ← كحول

يستخدم هنا عامل مساعد من كمية قليلة من حمض قوي H^+ حيث يعتبر مركب H_2O مركب قطبي

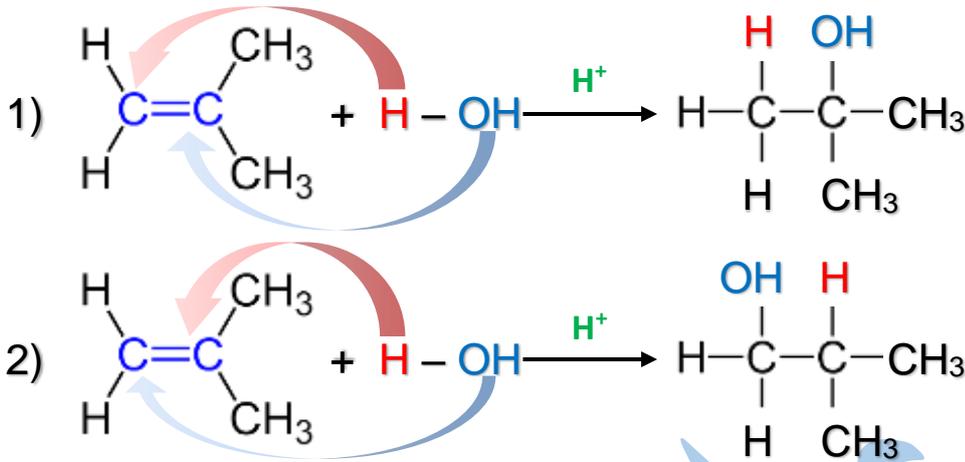
أ- إضافة $\text{H} - \text{OH}$ إلى ألكين متماثل:



عندما يكون عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرتي الكربون اللتان تشتركان بتكوين الرابطة الثانية متساوي يكون **الألكين متماثل** لذلك لا يوجد فرق عند إضافة H أو OH إلى أي من ذرتي الكربون المشتركة في الرابطة الثانية، كما في المعادلتين السابقتين، حيث نلاحظ تكون المركب نفسه في الحالتين.

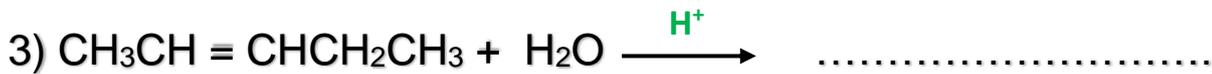


ب- إضافة H - OH إلى ألكين غير متماثل:

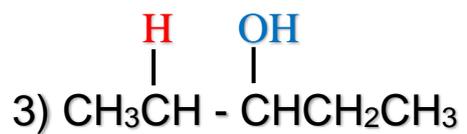
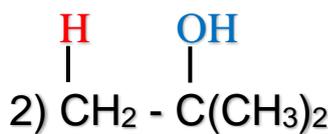
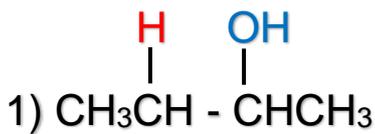


عندما يكون عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرتي الكربون اللتان تشتركان بتكوين الرابطة الثنائية غير متساوي يكون **الألكين غير متماثل** لذلك يوجد فرق عند إضافة H أو OH إلى أي من ذرتي الكربون المشتركة في الرابطة الثنائية، كما في المعادلتين السابقتين، حيث نلاحظ تكون مركبين مختلفين عند الإضافة في الحالتين، فأَي الحالتين هي الأرجح للحدوث؟؟
لمعرفة أي الحالتين هي الأرجح للحدوث نتبع قاعدة تسمى **قاعدة ماركوفايكونوف** وتنص على:
" عند إضافة مركب قطبي إلى الرابطة الثنائية في ألكين غير متماثل؛ فإن ذرة الهيدروجين من المركب المضاف ترتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين" وعليه فإن المركب الناتج في الحالة الأولى هو الأرجح للحدوث حسب قاعدة ماركوفايكونوف.

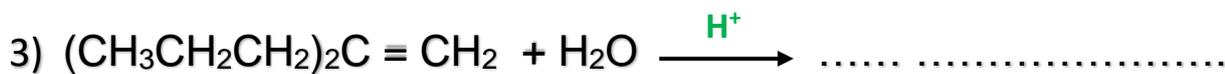
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



الإضافة إلى الألكينات

أ

تتميز الألكينات باحتوائها على رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون مما يجعل لديها القدرة على التفاعل بالإضافة

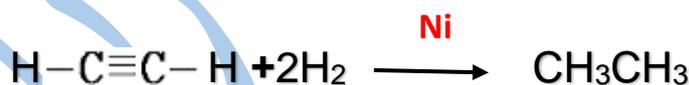


المواد التي يتم إضافتها إلى الألكينات:

إضافة الهيدروجين (H_2)

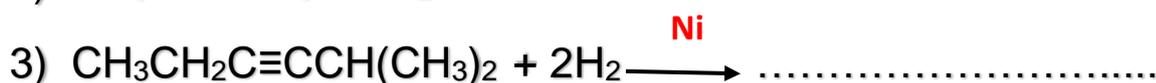
١

ألكين + ٢مول هيدروجين $\xrightarrow{\text{عامل مساعد (Pt أو Ni)}}$ ألكان



أكمل التفاعلات الآتية:

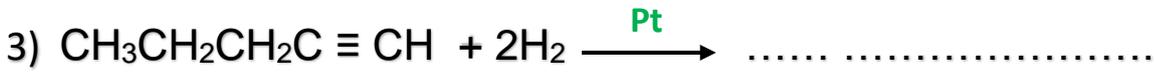
مثال



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



نلاحظ مما سبق أنه عند إضافة الهيدروجين إلى الألكاين نتج عن ذلك هيدروكربون مشبع (ألكان) وذلك من خلال كسر رابطتي π وتكون 4 روابط σ جديدة ، بوجود العامل المساعد Ni أو Pt .

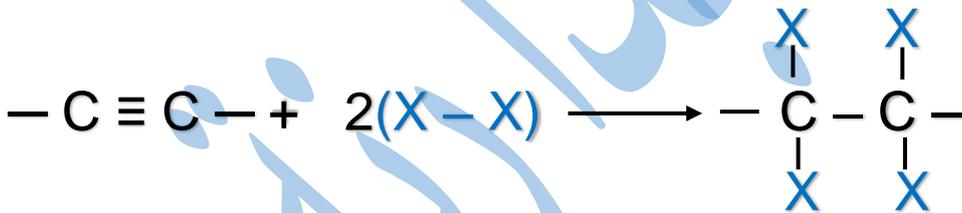
إضافة الهالوجينات (X_2)

٢

ألكين + ٢ مول هالوجين ← هاليد ألكيل

X_2 تمثل: Cl_2 أو I_2 وهنا لا نستخدم عامل مساعد

وتمثل أيضاً: Br_2 وهنا نستخدم عامل مساعد وهو (CCl_4)

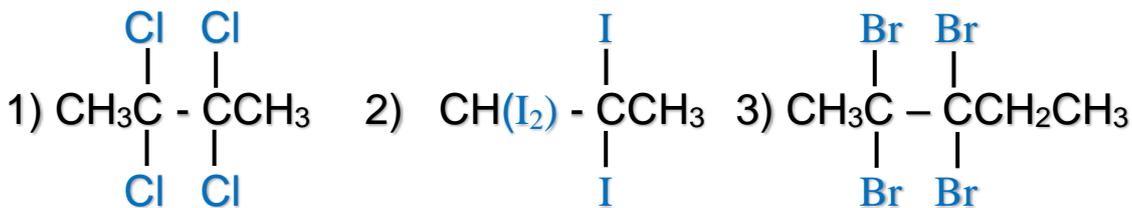


مثال أكمل التفاعلات الآتية:

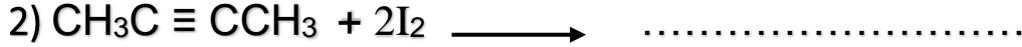
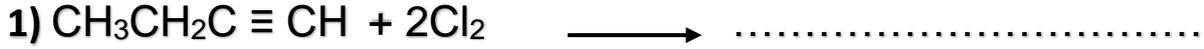
مثال



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



مما سبق نلاحظ أن الإضافة تكون على ذرتي الكربون اللاتي يملكانا الرابطة الثلاثية وذلك من خلال كسر الرابطة π وتكوين روابط جديدة من نوع σ ، حيث يستخدم CCl_4 عند إضافة Br_2 كعامل مساعد دون أن يستهلك أثناء التفاعل.

ما هي المادة المستخدمة للتمييز مخبرياً بين الألكينات والألكانات؟

فكر



للإجابة
مساحة

إضافة هاليدات الهيدروجين (HX)

٣

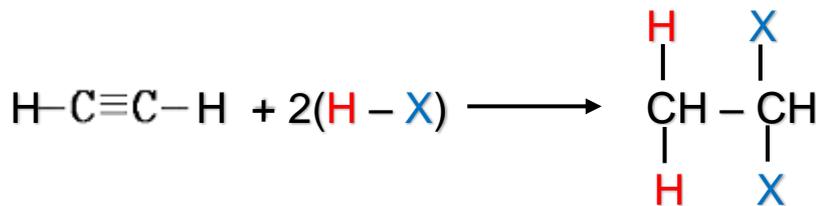
ألكين + ٢مول هاليد الهيدروجين ← هاليد ألكيل

HX تمثل: HCl أو HI أو HBr وهنا لا نستخدم عامل مساعد

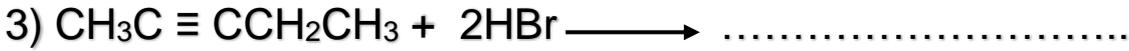
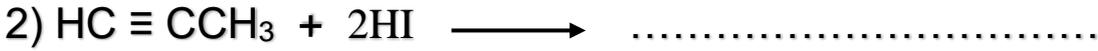
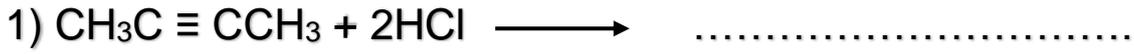
حيث يعتبر مركب HX مركب قطبي

ونستخدم هنا قاعدة ماركوفنيكوف

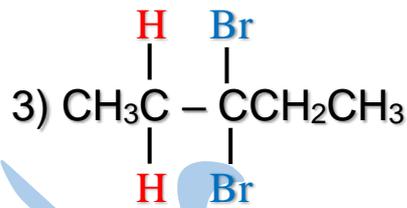
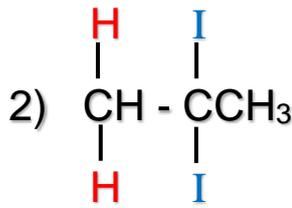
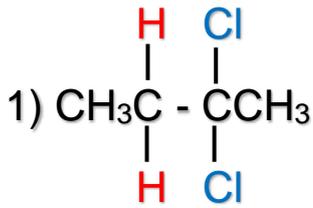
حيث يتم إضافة ذرتي الهيدروجين إلى ذرة الكربون نفسها



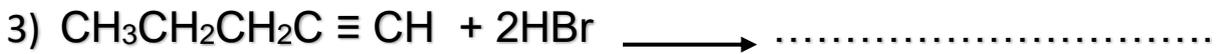
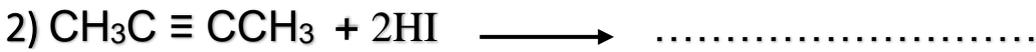
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



نلاحظ مما سبق انه تم إضافة ذرتي الهيدروجين إلى نفس ذرة الكربون، حيث أنها ترتبط بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين حسب قاعدة ماركوفنيكوف.



الإضافة إلى الألدیهادات والکیتونات

ج

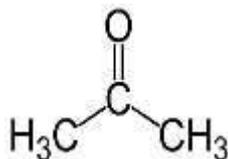
تتميز الألدیهادات والکیتونات باحتوائها على رابطة ثنائية بين ذرة الكربون وذرة الأكسجين (مجموعة الكربونيل) مما يجعل لديها القدرة على التفاعل بالإضافة.

الکیتونات :

مركبات عضوية ترتبط فيها مجموعة الكربونيل بذرات كربون تقع ضمن السلسلة



مثل: البروبانون



الألدیهادات :

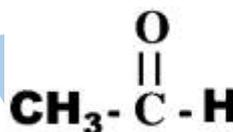
مركبات عضوية ترتبط فيها مجموعة الكربونيل بذرة كربون في طرف سلسلة ذرة الكربون .



مثل: الميثانال



و الأيثانال



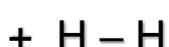
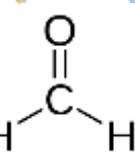
المواد التي يتم إضافتها إلى الألدیهادات والکیتونات:

إضافة الهيدروجين (H₂)

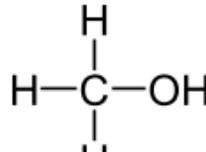
١

ميثانال + هيدروجين
ألدهيد + هيدروجين
کيتون + هيدروجين

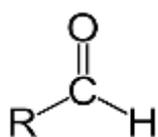
عامل مساعد (Pt أو Ni)
عامل مساعد (Pt أو Ni)
عامل مساعد (Pt أو Ni)



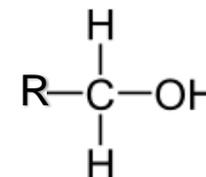
عامل مساعد (Pt أو Ni)



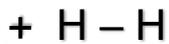
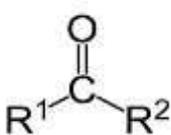
ميثانول يحتوي 3 ذرات H من دون أي مجموعة ألكيل - R



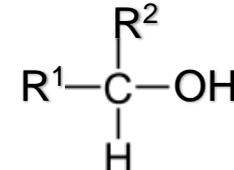
عامل مساعد (Pt أو Ni)



كحول أولي يحتوي ذرتين H و مجموعة ألكيل - R واحدة

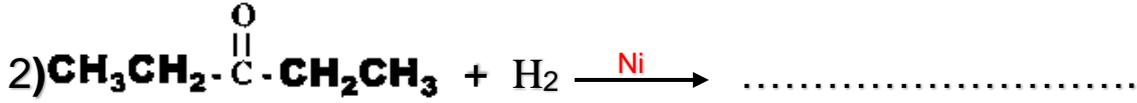
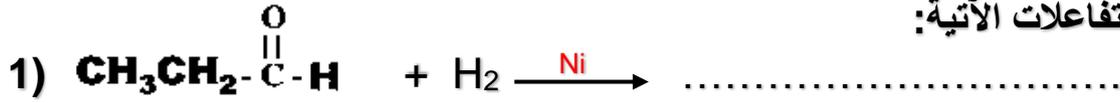


عامل مساعد (Pt أو Ni)

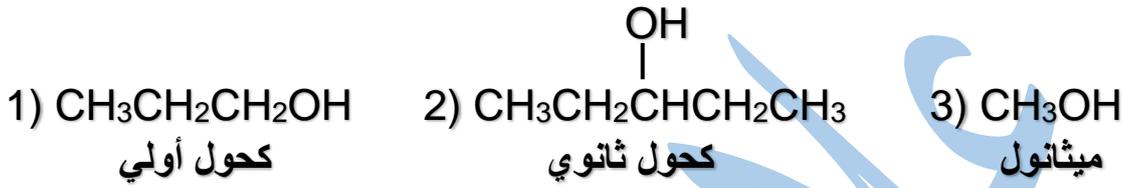


كحول ثانوي يحتوي ذرة H واحدة و مجموعتين ألكيل - R

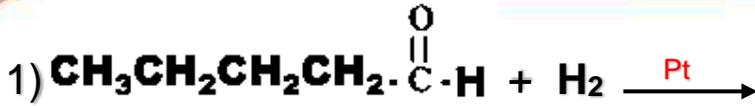
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



مما سبق نلاحظ أن الإضافة تكون على ذرتي الكربون والأكسجين اللاتي يملكن الرابطة الثنائية وذلك من خلال كسر الرابطة π وتكوين روابط جديدة من نوع σ ، حيث يستخدم Ni أو Pt كعامل مساعد دون أن يستهلك أثناء التفاعل، وينتج من الإضافة على الميثانول كحول الميثانول وعلى باقي الألديهيدات كحول أولي، بينما على الكيتونات ينتج كحول ثانوي.



إضافة مركب غرينيارد (RMgX)

٢

ما هو مركب غرينيارد؟ وكيف يتم تحضيره؟

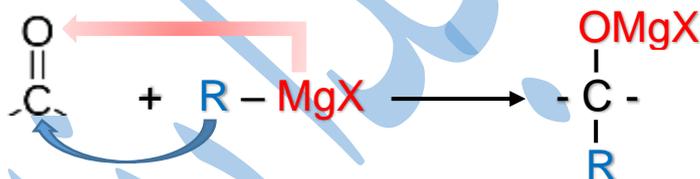
يحمل مركب غرينيارد الصيغة العامة RMgX ويتم تحضيره من خلال تفاعل فلز المغنيسيوم مع هاليدات الألكيل (الأولية والثانوية والثالثية) بوجود الإيثر الجاف، كما في المعادلة الآتية:



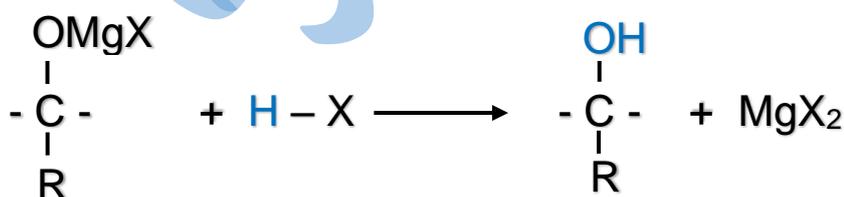
مثل:



والآن كيف يتم إضافة مركب غرينيارد إلى كل من الألديدات والكيونات؟



وبعد ذلك يتم إضافة هاليد الهيدروجين المناسب كما يلي:



ميثانول + غرينيارد ثم HX ← كحول أولي
ألد هايد + غرينيارد ثم HX ← كحول ثانوي
كيتون + غرينيارد ثم HX ← كحول ثالثي



تفاعلات الحذف

٢

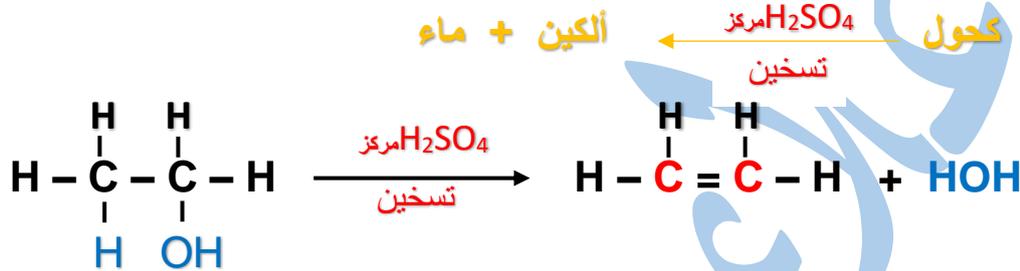
تفاعلات يتم فيها تحويل الهيدروكربونات المشبعة إلى هيدروكربونات غير مشبعة، وهي عكس تفاعلات الإضافة حيث يتم تكوين رابطة π بدل من كسرها.

ومن المركبات التي تتفاعل بالحذف:

١- الكحولات (ROH) بأنواعها.

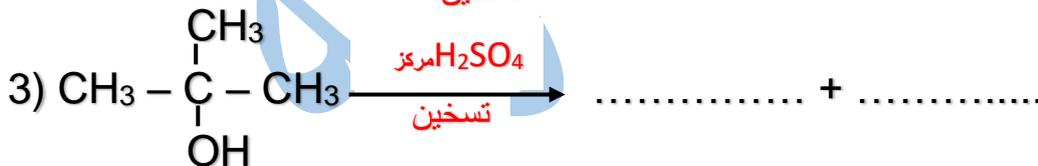
٢- هاليدات الألكيل (RX) الثانوية والثالثية.

أ حذف الماء من الكحولات

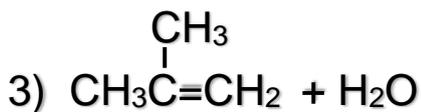
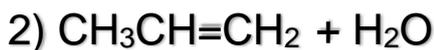
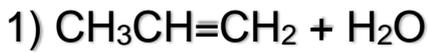


مثال

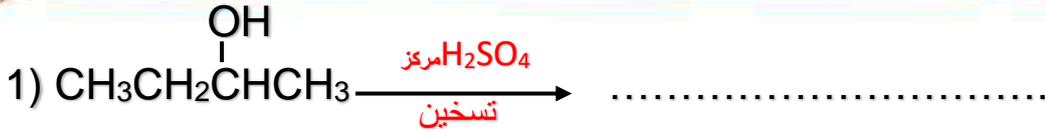
أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:

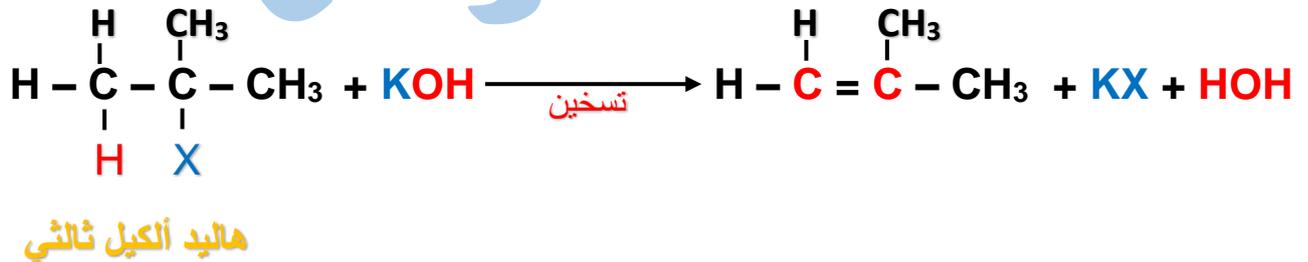
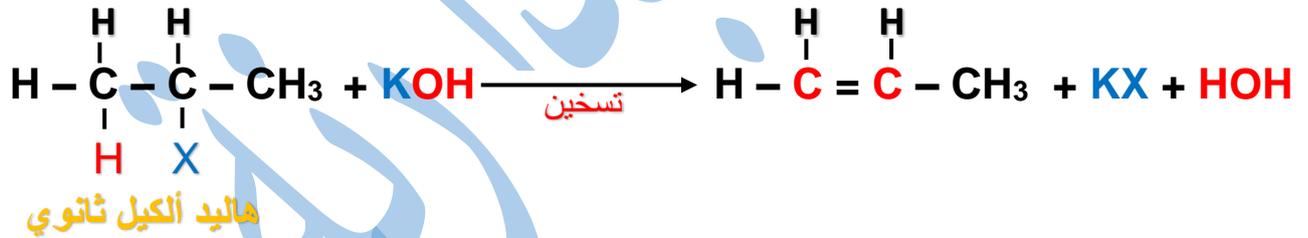


نلاحظ مما سبق أن الحذف يتم على ذرة الكربون التي تحمل (OH) وذرة الكربون المجاورة لها والتي تحمل أكبر عدد من ذرات الهيدروجين، بوجود حمض الكبريتيك المركز والتسخين لينتج هيدروكربون غير مشبع (ألكين) والماء، كما نلاحظ أن حذف الماء من الكحولات لا يقتصر على نوع محدد من الكحولات بل يشمل جميع أنواع الكحولات الأولية والثانوية والثالثية، ما عدا الميثانول (CH₃OH) لأنه لا يحتوي إلا على ذرة كربون واحدة.

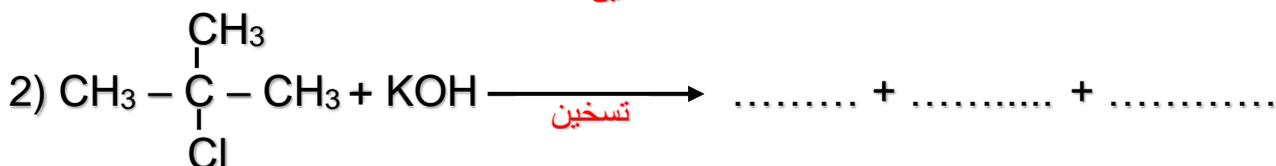
حذف HX من هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية

ب

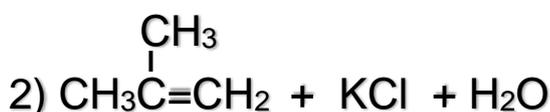
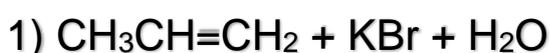
هاليد ألكيل + KOH $\xrightarrow{\text{تسخين}}$ ألكين + هاليد البوتاسيوم + ماء



مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



سؤال: أكمل التفاعلات الآتية: ☺



نلاحظ مما سبق أن الحذف يتم على ذرة الكربون التي ترتبط بالهالوجين وذرة الكربون المجاورة لها والتي تحمل أكبر عدد من ذرات الهيدروجين، وذلك من خلال التفاعل مع هيدروكسيد البوتاسيوم (وسط قاعدي) مع التسخين.

كما نلاحظ أن حذف HX من هاليدات الألكيل يقتصر على هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية فقط.



تفاعلات الاستبدال

٣

تفاعلات يتم فيها استبدال احدى الذرات أو المجموعات بذرة أو مجموعة أخرى من مركب آخر .

ومن المركبات التي تتفاعل بالاستبدال:

١- الألكانات (هيدروكربونات مشبعة).

٢- الكحولات (ROH)

٣- هاليدات الألكيل (RX) الأولية.

٤- الحموض الكربوكسيلية $R - \overset{O}{\parallel} C - OH$

أ الاستبدال في الألكانات (هلجنة الألكانات)

ألكان + هالوجين $\xrightarrow{\text{ضوء}}$ هاليد ألكيل + هاليد هيدروجين



أكمل التفاعلات الآتية:

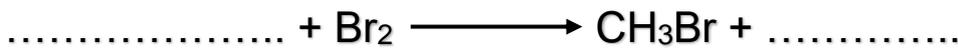
مثال



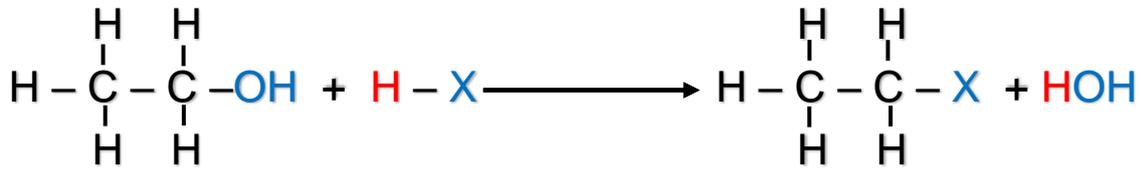
الحل:-



سؤال: أكمال التفاعل الآتي:

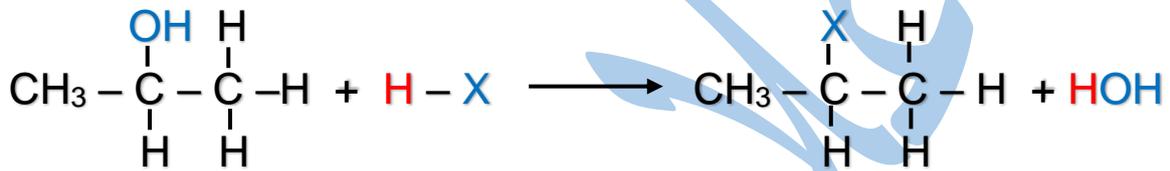


كحول + هاليد الهيدروجين ← هاليد ألكيل + ماء



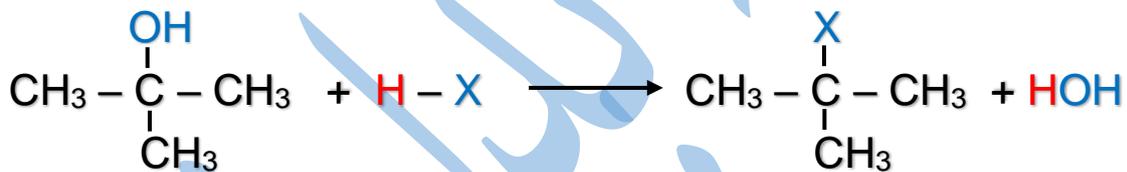
كحول أولي

هاليد ألكيل أولي



كحول ثانوي

هاليد ألكيل ثانوي

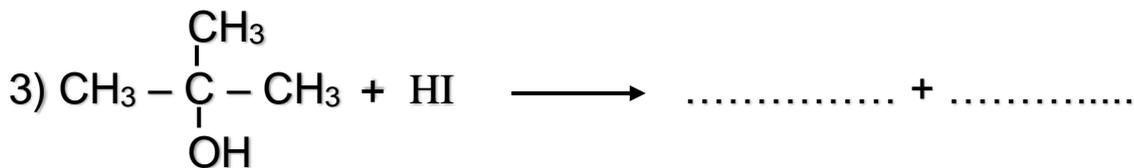
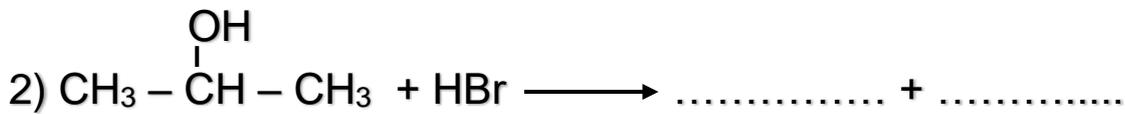


كحول ثالثي

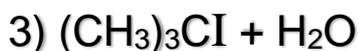
هاليد ألكيل ثالثي

أكمل التفاعلات الآتية:

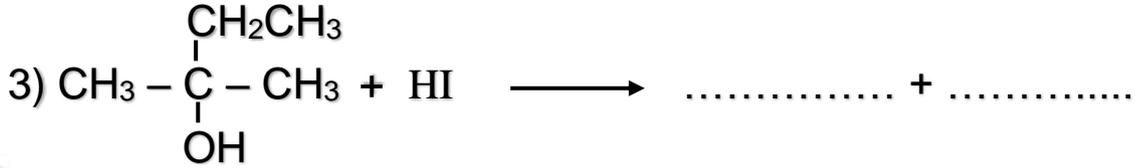
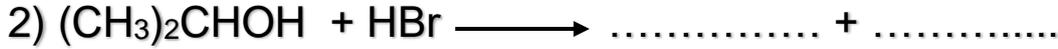
مثال



الحل:-



😊 سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



نلاحظ مما سبق أن ذرة الهالوجين (X) الموجودة في هاليد الهيدروجين تحل مكان الهيدروكسيد (OH) الموجود في الكحول مما يؤدي لتكوين هاليد ألكيل معتمداً على نوع الكحول الموجود سواء أكان أولي أو ثانوي أو ثالثي.

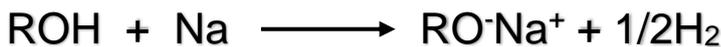
الاستبدال في هاليدات الألكيل الأولية

→



كيف يمكن الحصول على المجموعة RO^- ؟

تتفاعل الكحولات مع الفلزات النشطة حيث تحل ذرة الفلز مكان ذرة الهيدروجين، مما يؤدي إلى إنتاج مركب أيوني يتفكك إلى أيون الفلز الموجب والمجموعة الأيونية السالبة RO^- ، حيث يستخدم في تحضير الإيثر (ROR)، كما في المثال الآتي:



مثال أكمل التفاعلات الآتية:

- 1) $\text{CH}_3\text{Br} + \text{NaOH} \longrightarrow \dots\dots\dots$
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{CH}_3\text{O}^- \longrightarrow \dots\dots\dots$
- 3) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{K} \longrightarrow \dots\dots\dots$
- 4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{OH}^- \longrightarrow \dots\dots\dots$

الحل:-

- 1) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{NaBr}$ 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3 + \text{Cl}^-$
- 2) $\text{CH}_3\text{O}^-\text{K}^+ + 1/2\text{H}_2$ 3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{Br}^-$

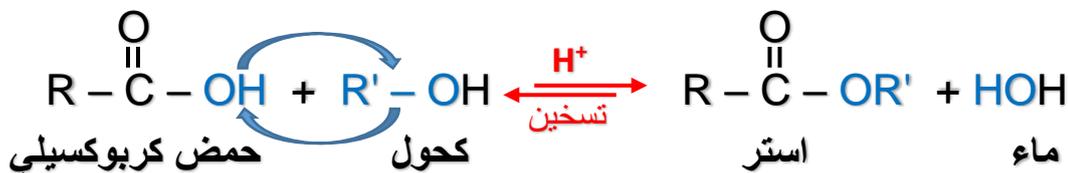
سؤال: أكمل التفاعل الآتي:-



د الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية

يميز الحموض الكربوكسيلية احتوائها على مجموعة الكربوكسيل $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

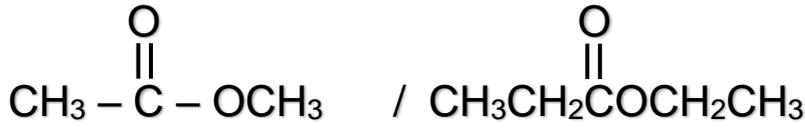
حيث يتفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي مع التسخين ويتميز هذا التفاعل بكونه تفاعل منعكس، ويسمى مثل هذا النوع من التفاعلات **بتفاعل الأسترة**.



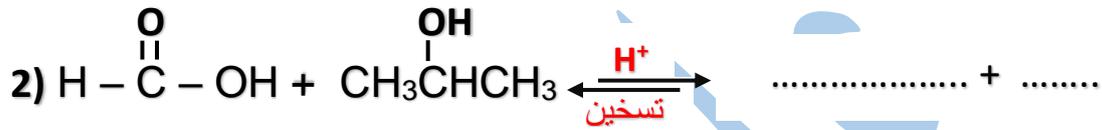
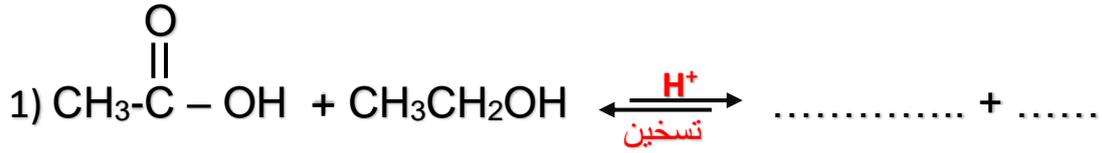
يتكون الأستر الناتج من شقين؛ شق من الكحول والشق الآخر من الحمض الكربوكسيلي



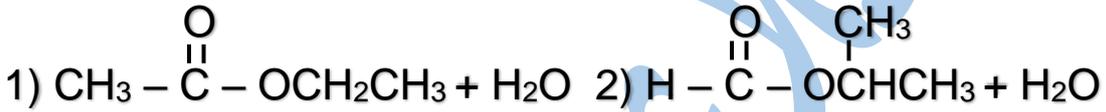
☺ سؤال: حدد الشق الآتي من الكحول والشق الآتي من الحمض الكربوكسيلي في الإسترات الآتية:



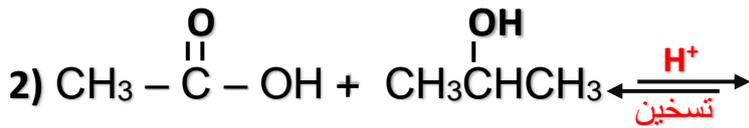
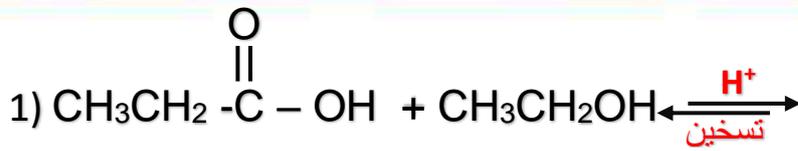
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



☺ سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



نلاحظ مما سبق أنه تم استبدال (OR) الموجودة في الكحول بـ (OH) الموجودة في الحمض الكربوكسيلي بوجود وسط حمضي وبمساعدة التسخين لإنتاج الإستر والماء.

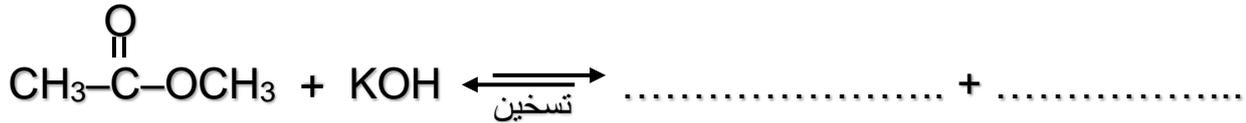
عند تسخين الإستر الناتج بوجود محلول لقاعدة قوية مثل: NaOH أو KOH، ينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي ويسمى هذا التفاعل **بتفاعل التصبن**. حيث يستخدم مثل هذا النوع من التفاعلات في صناعة الصابون لذا سمي بهذا الاسم تفاعل التصبن.



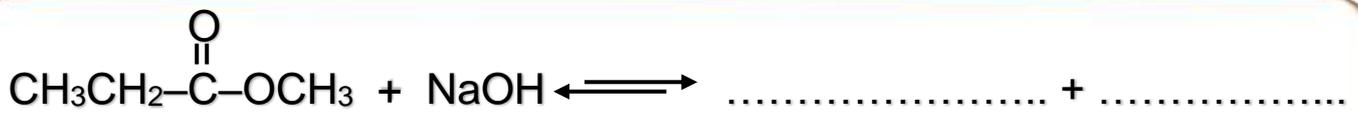
تفاعل التصبن :



مثال أكمل التفاعل الآتي:



سؤال: أكمل التفاعل الآتي:



٤ تفاعلات التأكسد والاختزال

في المركبات العضوية توصف:

عملية التأكسد: زيادة محتوى الأكسجين أو نقصان محتوى الهيدروجين في مركب معين.
عملية الاختزال: زيادة محتوى الهيدروجين أو نقصان محتوى الأكسجين في مركب معين.

ومن المركبات التي يحدث لها تأكسد أو اختزال:

- ١- تأكسد الكحولات الأولية والثانوية.
- ٢- تأكسد الألددهايد.
- ٣- اختزال الألكين والألكاين.
- ٤- اختزال مركبات الكربونيل (الألددهايدات و الكيتونات).

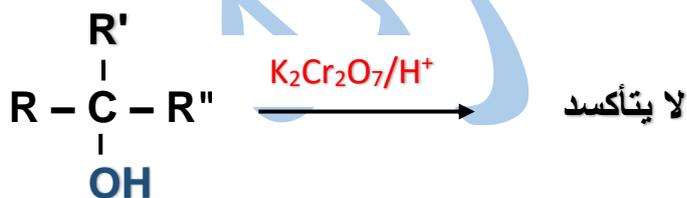
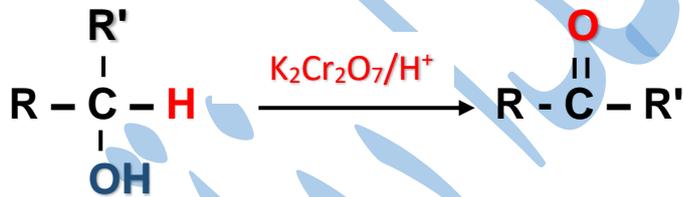
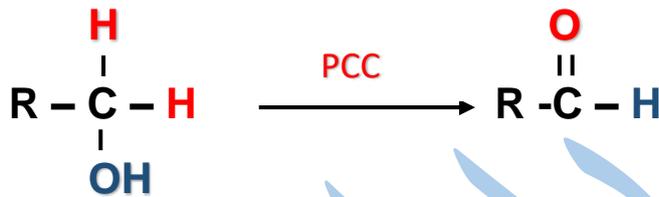
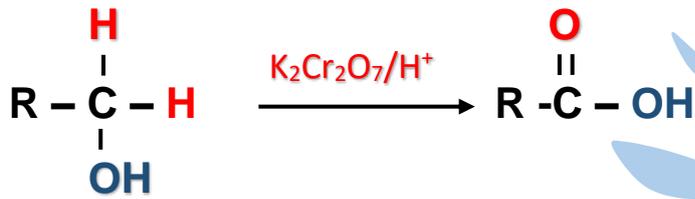


كحول أولي $\xleftarrow{K_2Cr_2O_7/H^+}$ حمض كربوكسيلي

كحول أولي \xleftarrow{PCC} ألدهايد

كحول ثانوي $\xleftarrow{K_2Cr_2O_7 \text{ Or } PCC}$ كيتون

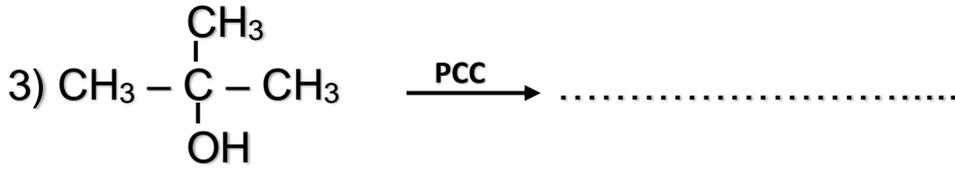
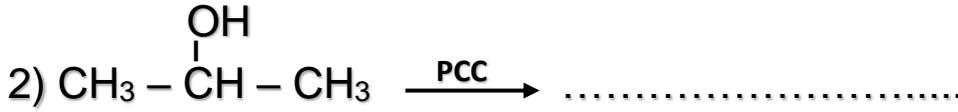
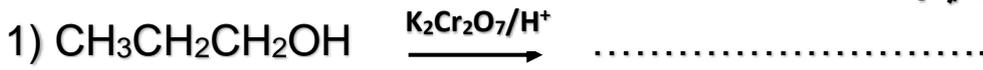
كحول ثالثي $\xleftarrow{\hspace{2cm}}$ لا يتأكسد



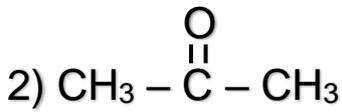
نلاحظ أن الأكسدة تتم بانتزاع الهيدروجين من ذرة الكربون التي تحمل (OH)، باستخدام دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي أو باستخدام عامل مؤكسد ضعيف مثل كلوروكرومات البريدينيوم (PCC)، وبما أن الكحول الثالثي لا يملك أي ذرة هيدروجين على ذرة الكربون التي تحمل (OH) فهو لا يتأكسد.



مثال أكمل التفاعلات الآتية:

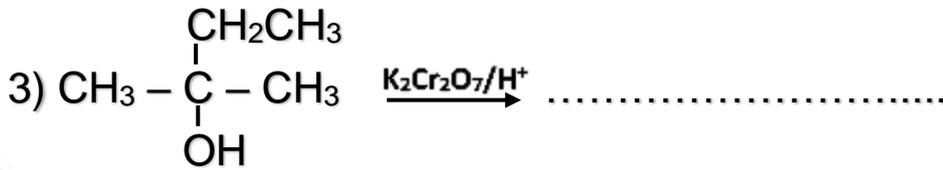
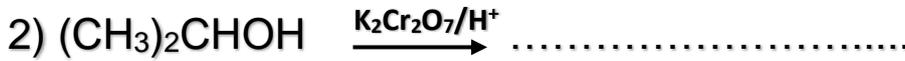


الحل:-



3) كحول ثالثي (لا يتأكسد)

سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



ميثانول يحتوي ٣ ذرات H من
دون أي مجموعة ألكيل - R



كحول أولي يحتوي ذرتين H و
مجموعة ألكيل - R واحدة



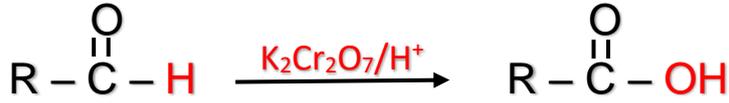
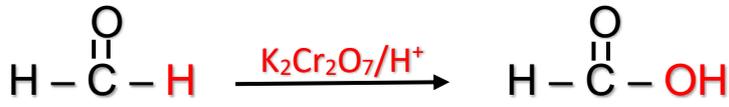
كحول ثانوي يحتوي ذرة H واحدة
و مجموعتين ألكيل - R



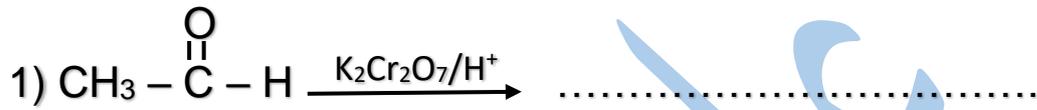
كحول ثالثي لا يحتوي H ويحتوي
٣ مجموعات ألكيل - R



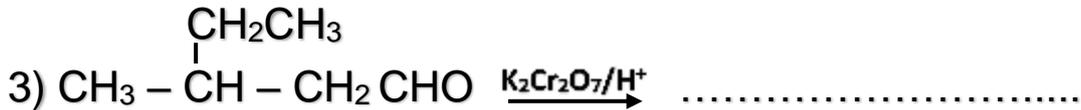
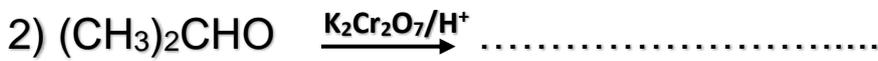
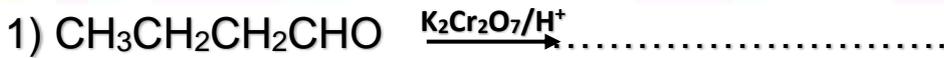
ألددهايد $\xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+}$ حمض كربوكسيلي



مثال أكمل التفاعلات الآتية:

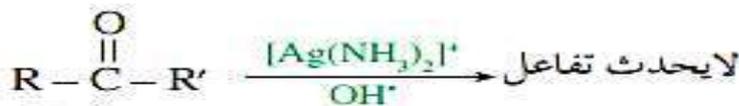
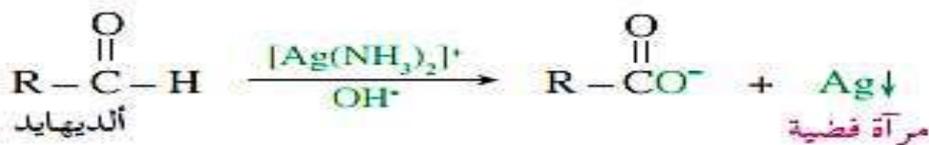


سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:



كيف نميز بين الألددهايد والكيتون مخبرياً؟؟؟

يستخدم محلول يسمى محلول تولينز $[Ag(NH_3)_2]^+$ مكون من نترات الفضة والأمونيا للتمييز بين الألددهايد والكيتون.



كيف تميز مخبرياً بين الهكسانال والهكسانون؟ وضع إجابتك بمعادلات كيميائية؟

فكر



للإجابة
مساحة

ج اختزال الألكين والألكاين

هو نفس تفاعل إضافة الهيدروجين للألكين وللألكاين بوجود العامل المساعد Pt أو Ni



يمكنك مراجعة أمثلة بند الإضافة في الألكينات والألكاينات التي درسناها سابقاً.

د اختزال الكربونيل (الألديهيدات والكيونات)

هو نفس تفاعل إضافة الهيدروجين للألديهيدات أو الكيونات بوجود العامل المساعد Ni أو Pt



يمكنك مراجعة أمثلة بند الإضافة في الألديهيدات والكيونات التي درسناها سابقاً.



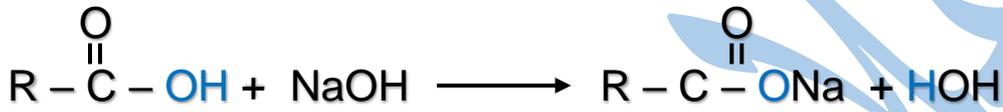
٤ تفاعلات الحموض والقواعد العضوية

١- الحموض الكربوكسيلية (RCOOH)

٢- الأمينات (RNH₂) وهي مواد ذات خصائص قاعدية.

أ تفاعلات الحموض الكربوكسيلية

تتفاعل الحموض مع القواعد القوية مثل: KOH أو NaOH كما تتفاعل مع بعض الأملاح التي تمتلك خصائص قاعدية مثل: NaHCO₃.



كيف نميز الحمض الكربوكسيلي عن غيره من المركبات العضوية مخبرياً؟؟؟

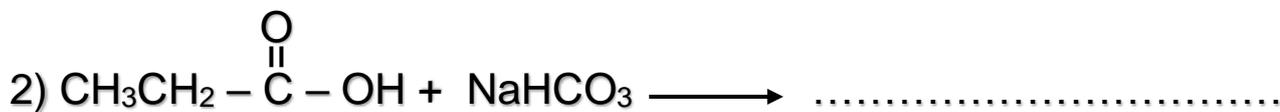
نقوم باستخدام كربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO₃ حيث ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون كمؤشر على حدوث التفاعل عند تفاعلها مع الحمض الكربوكسيلي.

فكر كيف تميز مخبرياً بين حمض الميثانويك والميثان؟ وضح إجابتك بمعادلات كيميائية؟

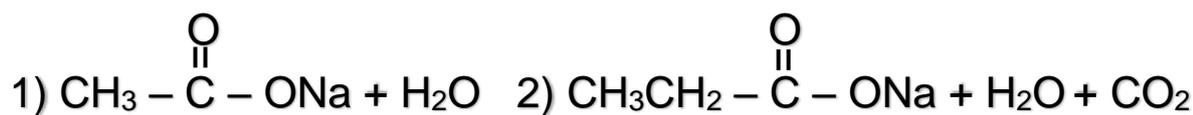
للإجابة
مساحة



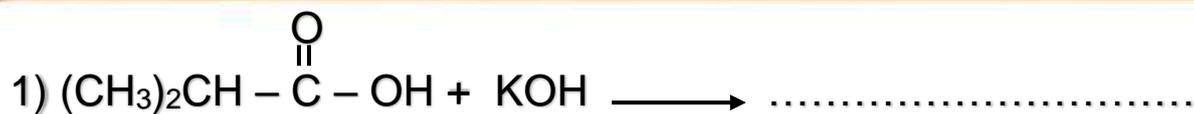
مثال أكمل التفاعلات الآتية:



الحل:-



سؤال: أكمل التفاعلات الآتية:

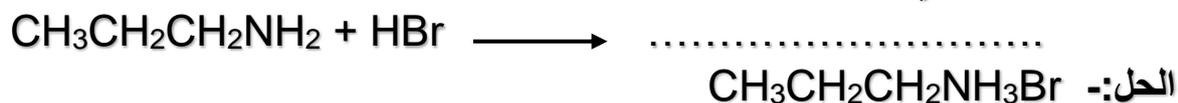


أ تفاعلات الأمينات القاعدية

تتفاعل الأمينات مع الحموض مكونة املاحاً، وسبب سلوك الأمينات كقواعد عضوية وجود زوج من الإلكترونات غير الرابطة حول ذرة النيتروجين N.



مثال أكمل التفاعل الآتي:



سؤال: أكمل التفاعل الآتي:



تحضير المركبات العضوية

حذف جزيء HX من هاليد ألكيل ثانوي أو ثالثي

الألكينات

حذف الماء (H₂O) من الكحولات

إضافة الماء إلى الألكين في وسط حمضي

الاستبدال في هاليدات الألكيل الأولية

اختزال مركبات الكربونيل بإضافة H₂

إضافة مركب غرينارد إلى مركبات الكربونيل

الكحولات

الاستبدال في الألكان

إضافة جزيء HX إلى الألكين

الاستبدال في الكحول

هاليدات الألكيل

تأكسد الكحول الأولي باستخدام PCC

الألديهيدات

تأكسد الكحول الثانوي باستخدام PCC أو K₂Cr₂O₇

الكيتونات

تأكسد الكحول الأولي باستخدام K₂Cr₂O₇

الحموض الكربوكسيلية

تأكسد الألديهيدات باستخدام K₂Cr₂O₇

تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول في وسط حمضي

الإسترات

استبدال بين هاليد ألكيل أولي ومركب عضوي صيغته R₂ONa

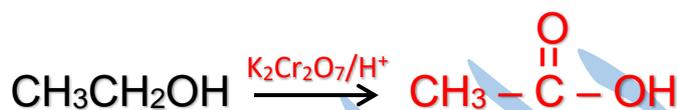
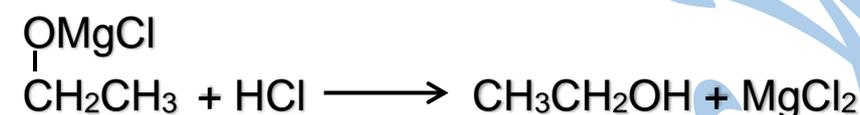
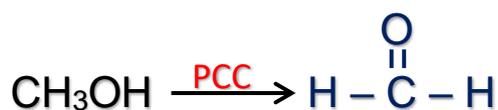
الإيثرات



مثال مبتدئاً بالميثان CH₄ ومستخدماً الإيثر وأي مركبات غير عضوية مناسبة بين بالمعادلات



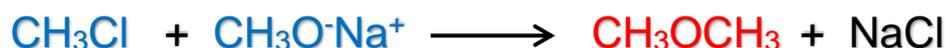
الحل:-



مثال مبتدئاً بالميثان CH₄ ومستخدماً الإيثر وأي مركبات غير عضوية مناسبة بين بالمعادلات

كيفية تحضير ثنائي الميثيل إيثر CH₃OCH₃ ؟

الحل:-



أسئلة متنوعة

١

أختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

- ١- التفاعل الذي يحول البروبانول إلى ٢-بروبانول ، يسمى:
 - أ- اختزال
 - ب- تأكسد
 - ج- حذف
 - د- استبدال
- ٢- في التفاعل الآتي ($\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{HCl}$) يكون الناتج:-
 - أ- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCl}_2$
 - ب- $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_3$
 - ج- $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{Cl}$
 - د- $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
- ٣- عند تسخين ٣-كلورو هكسان مع KOH ينتج :
 - أ- ١-هكسائين
 - ب- ٢-هكسين
 - ج- هكسان
 - د- ٣-هكسانول
- ٤- المركب الناتج عن أكسدة ٢-بروبانول باستخدام محلول $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ في وسط حمضي هو:
 - أ- بروبانون
 - ب- بروبانال
 - ج- بروين
 - د- حمض بروبانويك
- ٥- يستخدم محلول تولنز للكشف عن:
 - أ- الكحولات
 - ب- الألديهيدات
 - ج- الكيتونات
 - د- الألكينات
- ٦- الغاز الناتج عن تفاعل حمض البروبانويك مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية هو:
 - أ- O_2
 - ب- H_2
 - ج- CO_2
 - د- CO
- ٧- تفاعل الميثانول مع حمض الميثانويك بوجود قطرات من حمض قوي يعد مثلاً لتفاعل:
 - أ- الأسترة
 - ب- التصبن
 - ج- حذف
 - د- إضافة
- ٨- تستخدم كربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO_3 للكشف عن المركب :
 - أ- CH_3CHO
 - ب- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 - ج- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
 - د- CH_3COOH
- ٩- ناتج تفاعل الكيتونات مع مركب غرينيارد وحمض الهيدروكلوريك هو:
 - أ- كحولات أولية
 - ب- كحولات ثانوية
 - ج- كحولات ثالثية
 - د- حموض كربوكسيلية

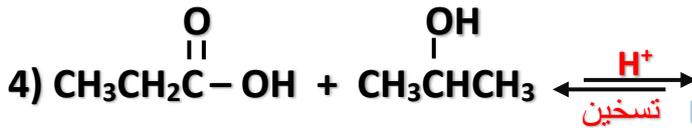
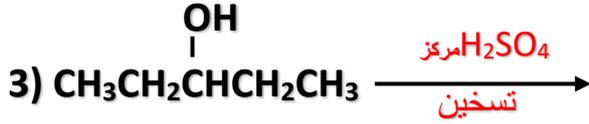
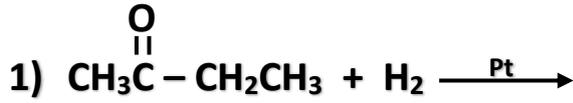
٢

كيف تميز مخبرياً بين كل زوج من المركبات الآتية:-

- أ- البروبان و البروبين
- ب- البيوتانول و البيوتانال
- ج- الإيثانول و الإيثان
- د- حمض الإيثانويك و الإيثانال



اكتب الناتج العضوي في كل من المعادلات الآتية، ثم اذكر نوع التفاعل:-

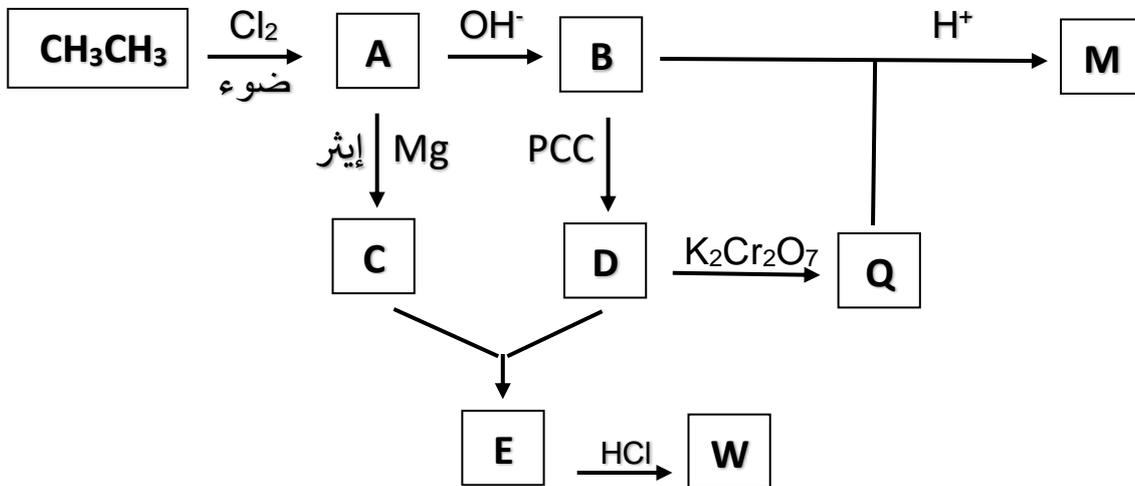


مركب عضوي X يحتوي ثلاث ذرات من الكربون، يتفاعل مع فلز الصوديوم مطلقاً غاز الهيدروجين، ولدى أكسدة المركب X بوجود محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي، تكون المركب العضوي Y الذي يغير لون ورقة تباع الشمس إلى اللون الأحمر، كما أنه يتفاعل مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون، ولدى تسخين مزيج من المركبين X، Y بوجود قطرات من حمض قوي مركز فإنه يتكون المركب العضوي Z المتميز برائحته العطرة.

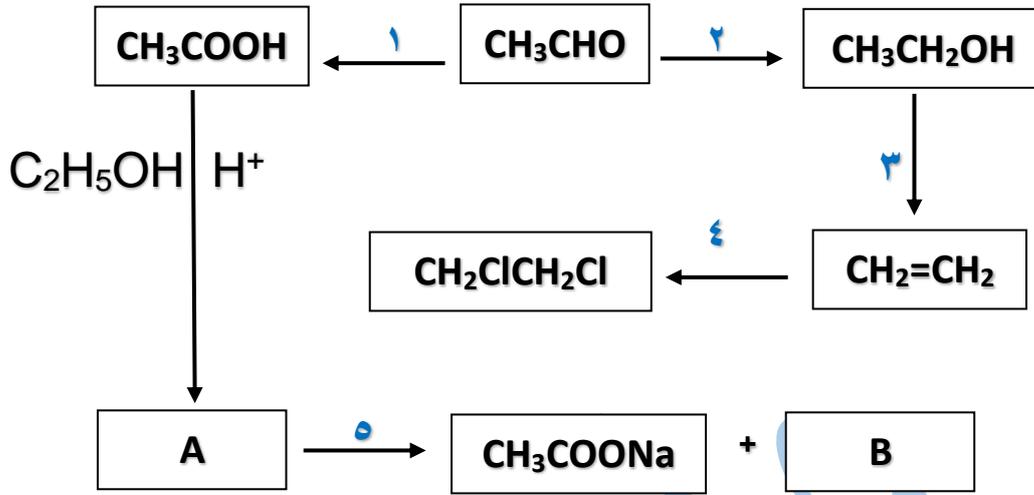
أ- ما الصيغة البنائية لكل من المركبات X، Y، Z؟

ب- اكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات الحادثة.

أكمل المخطط الآتي:-

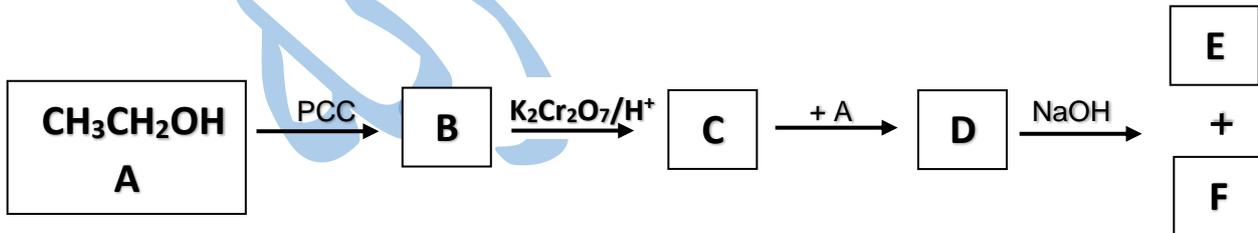


٦ تتبع المخطط التالي ثم أجب عما يليه:-



- ١- ما نوع التفاعلات المشار إليها بالأرقام ١ ، ٢ ، ٤ ؟
- ٢- اكتب صيغة المواد اللاعضوية التي تحقق التحولات ٣ ، ٥ ؟
- ٣- ما صيغة المركبين A ، B ؟
- ٤- وضح بالمعادلات كيف تميز بين المركبين CH_3COOH ، $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ؟
- ٥- ما هي المادة المستخدمة لتمييز المركب CH_3CHO عن غيره من المركبات؟

٧ المركب A عبارة عن كحول أولي، حيث أجرى أحد الطلبة سلسلة من التفاعلات التي اعتمدت على هذا المركب بشكل أساسي كما هو في المخطط الآتي:-



١ ما الصيغة البنائية لكل من B ، C ، D ، E ، F ؟



لديك الجدول المجاور الذي يمثل عدد من المركبات العضوية ممثلة بالرموز من (F-A) ادرسه جيداً ثم أجب عما يليه:-

CH ₃ CH ₂ OH (C)	CH ₃ CH ₂ COCH ₃ (B)	CH ₃ CHO (A)
CH ₃ COOH (F)	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃ (E)	CH ₂ = CH ₂ (D)

١- ما نوع التفاعل الذي يحول المركب C إلى المركب D ؟

٢- اكتب رمز المركب المناسب:

أ- تفاعل المركب F مع المركب C .

ب- يتفاعل مع Na ولا يتفاعل مع NaHCO₃ .

ج- ينتج عن اختزال المركب A .

د- يتفكك بالتسخين عند تفاعله مع NaOH ليعطي كحول وملح عضوي .

هـ - يتفاعل مع RMgCl متبوعاً بـ HCl ليعطي كحول ثانوي .

و- يزيل لون البروم الأحمر المذاب في CCl₄ .

ز- ينتج من أكسدة A .

ح- يمثل المركب الذي يُختزل ليعطي المركب C .

ط- ينتج من تسخين المركب C بوجود H₂SO₄ المركز .

لديك الجدول المجاور الذي يمثل عدد من المركبات العضوية ممثلة بالرموز من (F-A) ادرسه جيداً ثم أجب عما يليه:-

CH ₃ CHOHCH ₃ (C)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH (B)	CH ₃ C≡CH (A)
CH ₃ COOH (F)	CH ₃ CH ₂ CHO (E)	CH ₃ CH = CH ₂ (D)

١- ما نوع التفاعل الذي يحول المركب E إلى المركب B ؟

٢- ما ناتج تفاعل المركب B مع المركب F ؟

٣- ما رمز المركب الناتج من إضافة H₂O في وسط حمضي إلى المركب D ؟

٤- ما رمز المركب الذي يطلق غاز CO₂ عند تفاعله مع NaHCO₃ ؟

٥- مما يتكون المحلول الذي يستخدم لتمييز المركب E مخبرياً عن غيره من

المركبات العضوية بظهور راسب من الفضة اللامعة على جدار أنبوب الاختبار؟

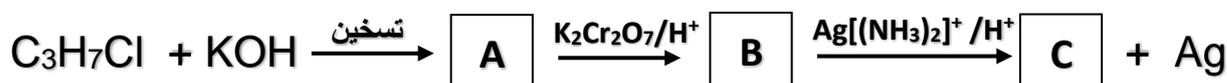


لديك الجدول المجاور الذي يمثل عدد من المركبات العضوية ممثلة بالأرقام من (١ - ٨) ادرسه جيداً ثم أجب عما يليه:-

CH ₃ CHOHCH ₂ CH ₃ (3)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ Br (2)	CH ₃ CHBrCH ₃ (1)
CH ₃ CH ₂ COOH (6)	CH ₃ CH ₂ CHO (5)	CH ₃ CH = CH ₂ (4)
	CH ₃ COCH ₂ CH ₃ (8)	(CH ₃) ₂ OHCH ₂ CH ₃ (7)

- ١- عند أكسدة المركب رقم ٣ بوجود K₂Cr₂O₇ في وسط حمضي فما رقم المركب الناتج ؟
- ٢- عند إضافة HBr إلى المركب رقم ٤ فما رقم المركب الناتج؟
- ٣- ما نوع التفاعل الذي يحول المركب رقم ٨ إلى المركب رقم ٣ ؟
- ٤- عند إضافة مركب ميثيل كلوريد المغنيسيوم إلى المركب ٨ بوجود HCl فما رقم المركب الناتج ؟
- ٥- عند أكسدة المركب ٥ بإضافة K₂Cr₂O₇ في وسط حمضي فما رقم المركب الناتج ؟
- ٦- ما رقم المركبات التي تتفاعل مع CH₃ONa للإنتاج الإيثر؟
- ٧- ما رقم المركب الناتج من تسخين المركب رقم ١ بوجود KOH ؟
- ٨- ما أرقام المركبين الذين ينتجا الأستر عند خلطهما معاً في وسط حمضي؟
- ٩- ما نوع الكحول الناتج من تفاعل المركب رقم ٢ مع Mg بوجود الإيثر، ثم إضافته إلى المركب رقم ٨ بوجود HCl ؟
- ١٠- ما نوع الكحول الناتج من تفاعل المركب رقم ٢ مع Mg بوجود الإيثر، ثم إضافته إلى المركب رقم ٥ بوجود HCl ؟

ما الصيغة البنائية للمركب C₃H₇Cl في المخطط الآتي:-



للاستزادة: بعد دراستك لهذا الفصل عليك بحل أسئلة المحتوى وأسئلة الفصل في كتابك المدرسي.



تطبيقات حياتية

من أهم المركبات العضوية التي تمتاز بروائح عطرية " الإسترات" وهذه الصفة جعلتها تدخل في العديد من الصناعات الغذائية وغير الغذائية. ومن أهم استخدامات الإسترات:

١- تكوين مبلمرات الإسترات التي أصبحت أساساً في العديد من الصناعات خصوصاً بعد تقويتها بالألياف الزجاجية، مثل تصنيع هياكل الطائرات والسيارات والقوارب.

٢- المجال الطبي؛ حيث يعد الإسبرين من الإسترات وهو يتكون من اتحاد حمض الساليسيليك و أنهايدير حمض الإيثانويك.

استخدامات الأسبرين



١- خافض للحرارة ٢- التقليل من تجلط الدم





المركبات العضوية الحيوية

Bio-organic Compounds

النتائج المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- ١- تبين دور بعض المركبات الحيوية، مثل : البروتينات والسكريات والليبيدات في حياتنا اليومية.
- ٢- تميز الوحدات البنائية الأساسية لبعض المركبات الحيوية مثل : البروتينات والسكريات والليبيدات، وتبين كيفية ارتباطها معاً لتكوين هذه المركبات.
- ٣- تقدر أهمية بعض المركبات الحيوية للإنسان.



الكربوهيدرات

دلت الدراسات ان هذه المركبات تمثل مبلمرات تتكون من وحدات أبسط منها؛ إذ تتحلل في الوسط الحمضي لتعطي وحدات صغيرة تعرف **بالسكريات الأحادية**.

الدور الحيوي للكربوهيدرات (النشاط البيولوجي):-
تعد الكربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة للتفاعلات التي تحدث في أجسام الكائنات الحية.

الكربوهيدرات: مركبات حيوية يدخل في تركيبها الهيدروجين والأكسجين والكربون.

تتميز الكربوهيدرات بالصيغة العامة $C_n(H_2O)_m$

$5 = m$ و $5 = n$: السكريات أحادية

$6 = m$ و $6 = n$: السكريات أحادية

$11 = m$ و $12 = n$: السكريات ثنائية

n : أكثر من 12 سكريات متعددة

السكريات الأحادية

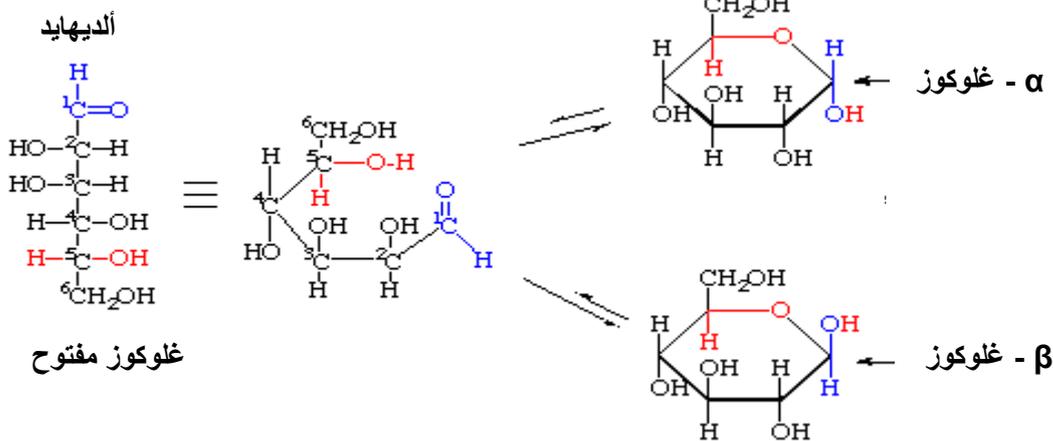
١

تعد السكريات الأحادية أبسط أنواع الكربوهيدرات، لأنها لا تتحلل إلى وحدات أصغر منها ، فهي الوحدة الأساسية في تكوين الكربوهيدرات.

حيث تشير الدراسات إلى أن السكريات الأحادية تتواجد بأحد شكلين، هما البناء المفتوح والبناء الحلقي، ونتيجة لحدوث تفاعل داخلي بين المجموعات الوظيفية يتحول البناء المفتوح إلى البناء الحلقي.

١- سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

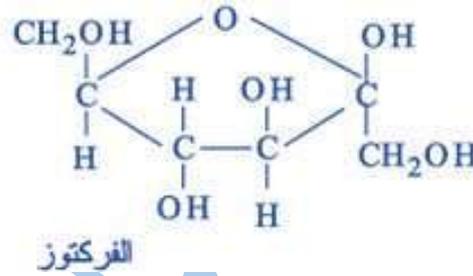
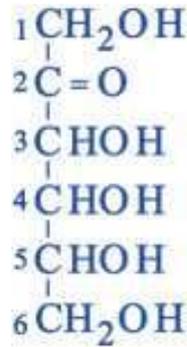
ويسمى " سكر العنب " وهو السكر الرئيسي في دم الإنسان وهو سكر سداسي وحلقته سداسية.



تلاحظ أن البناء الحلقي للسكر يتكون نتيجة تفاعل داخلي يحدث بين مجموعة الألددهيد على ذرة الكربون رقم (1) مع مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون رقم (5) وينشأ عن ذلك رابطة إيثرية (C - O - C) وتتكون نتيجة لذلك حلقة سداسية، كما تلاحظ أن مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون رقم (1) إما أن تكون تحت مستوى الحلقة ، ويطلق على السكر في هذه الحالة (α - جلوكوز) أو قد تكون فوقها ويطلق عليها (β - جلوكوز).
الفرق بين α و β مجموعة OH المرتبطة بذرة الكربون رقم (1) في β تكون فوق مستوى الحلقة وليست تحت مستوى الحلقة كما في α .

1- سكر الفركتوز $C_6H_{12}O_6$

هو سكر سداسي وحلقته خماسية



يفسر تكون البناء الحلقي على أنه تفاعل داخل الجزيء نفسه بين مجموعة OH من ذرة الكربون رقم (5) ومجموعة الكيتون على ذرة الكربون رقم (2) مما يؤدي لإغلاق الحلقة.

يبين الجدول الآتي مقارنة بين الجلوكوز والفركتوز:-

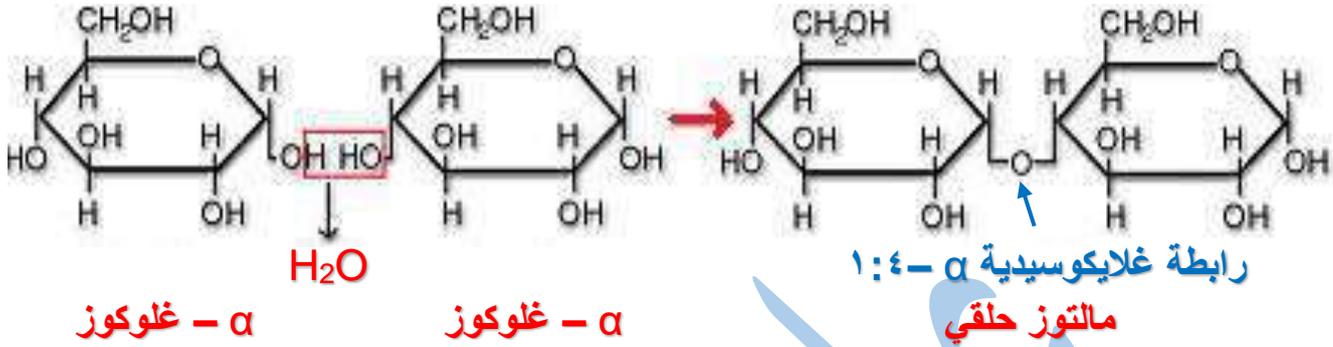
فركتوز		جلوكوز	وجه المقارنة
خماسية	سداسية		نوع الحلقات
كيتون	ألداهيد		المجموعة الوظيفية المميزة في الصيغة المفتوحة للسكر
رابطة إيثرية	رابطة إيثرية		نوع الرابطة التي انتجت التكوين الحلقي
٥ و ٢	٥ و ١		ذرتي الكربون اللتين يحدث الارتباط بينهما لتكوين البناء الحلقي



تتكون السكريات الثنائية من ارتباط وحدتين من السكريات الأحادية ومنها المالتوز والسكروز.

١- سكر المالتوز $C_{12}H_{22}O_{11}$

يعرف بسكر الشعير؛ لأنه يستخرج بشكل أساسي من الشعير.

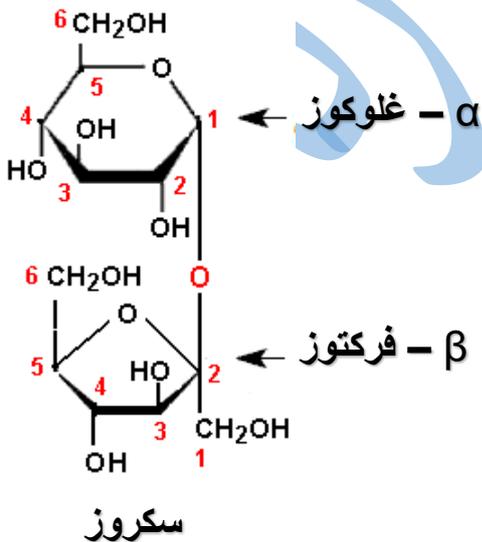


ملاحظات:

- ١- نوع الوحدات : وحدتين α - غلوكوز.
- ٢- نوع الحلقات : سداسية وسداسية.
- ٣- نشوء رابطة غلايكوسيدية بين الكربون (١) من α - غلوكوز والكربون (٤) من α - غلوكوز آخر وذلك بحف جزئي الماء.
- ٤- نوع الرابطة: غلايكوسيدية ($\alpha - ٤:١$).

١- سكر السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$

يعرف بسكر المائدة ويستخرج بشكل أساسي من قصب السكر والشمندر.



ملاحظات:

- ١- نوع الوحدات: وحدتين α -غلوكوز و β -فركتوز
- ٢- نوع الحلقات: حلقة سداسية وحلقة خماسية
- ٣- نشوء رابطة غلايكوسيدية بين الكربون (١) من α - غلوكوز و الكربون (٢) من β - فركتوز وذلك بحذف جزئي ماء.
- ٤- نوع الرابطة: غلايكوسيدية ($\beta, \alpha - ٢:١$).

سكروز	مالتوز	وجه المقارنة
٢	٢	عدد الوحدات / الحلقات
α -غلوكون + β -فركتوز	α -غلوكون + α -غلوكون	نوع الوحدات
سداسية + خماسية	سداسية + سداسية	نوع الحلقات
(β, α - ٢:١)	(α - ٤:١)	نوع الرابطة الغلايكوسيدية
١ و ٢	١ و ٤	ذرتي الكربون المشاركتين بتكوين الرابطة الغلايكوسيدية

٣

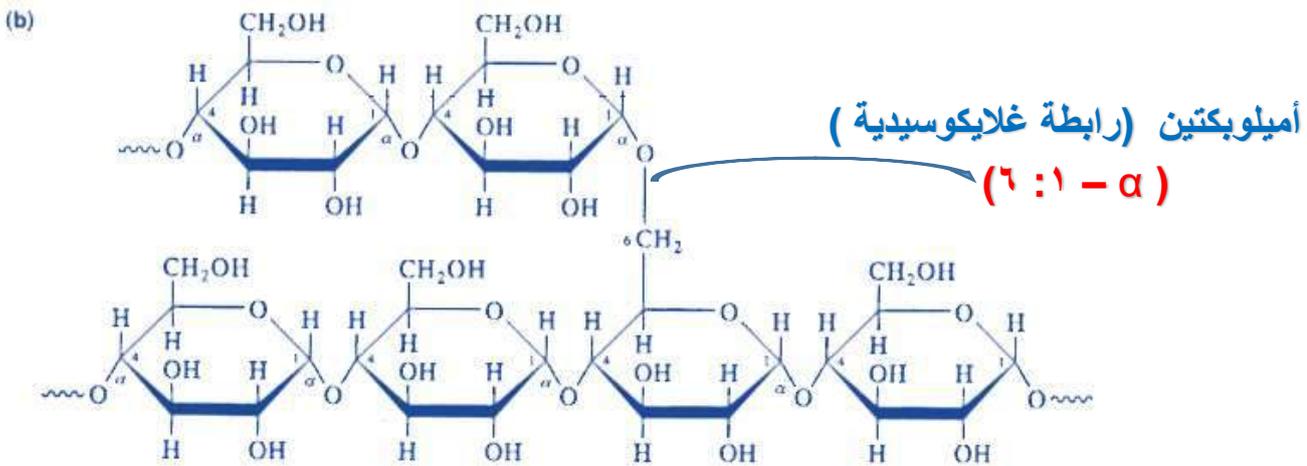
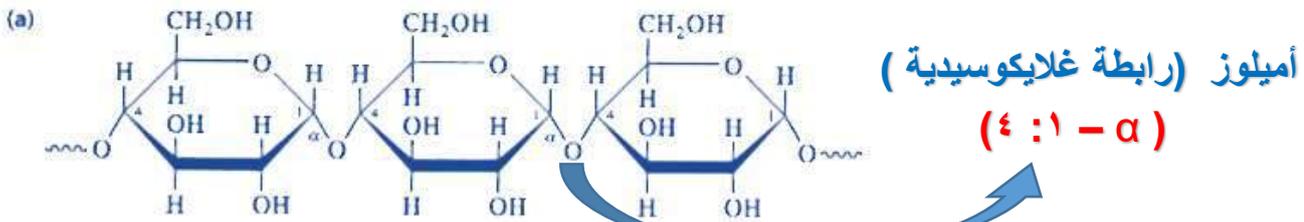
السكريات المتعددة

وهي كربوهيدرات تتكون من اتحاد جزيئات عديدة متشابهة من السكريات الأحادية بروابط غلايكوسيدية، وهي بلمرات طبيعية تتكون من ارتباط عدد كبير من وحدات بناء أساسية (مونومرات) من السكر الأحادي.

١- النشا

يخزن النبات النشا كمصدر احتياطي للطاقة في جذور النبات وثمارها وبذورها، حيث يتحول النشا إلى غلوكون عند نقص تركيزه في الخلايا بتزويدها بالطاقة الضرورية للعمليات الحيوية التي تحدث فيها.

ينفصل النشا عند ذوبانه في الماء الساخن إلى نوعين من البلمرات: أميلوز و أميلوبكتين



الأميلوز:

- ١- يشكل ١٠ - ٢٠ % من كتلة النشا.
- ٢- يذوب في الماء.
- ٣- سلاسل من الجلوكوز غير المتفرعة.
- ٤ - ارقام الكربون المكونة للرابطة الغلايكوسيدية بين وحدات الجلوكوز : ١ و ٤ .
- ٥- نوع الرابطة الغلايكوسيدية: (٤:١ - α).

الأميلوبكتين:

- ١- يشكل ٨٠ - ٩٠ % من كتلة النشا.
- ٢- لا يذوب في الماء.
- ٣- السلاسل متفرعة.
- ٤ - ارقام الكربون المكونة للرابطة الغلايكوسيدية بين وحدات الجلوكوز : ١ و ٤ وفي السلسلة غير المتفرعة: ١ و ٤ وبين السلاسل المتفرعة: ١ و ٦.
- ٥- نوع الرابطة الغلايكوسيدية في السلسلة غير المتفرعة: (٤:١ - α) وبين السلاسل: (٦:١ - α)

٢- الغلايكوجين

يعد الغلايكوجين المخزون الرئيس للجلوكوز في جسم الإنسان حيث يتركز وجوده في الكبد والعضلات، وبذلك فهو من مصادر الطاقة الرئيسية للجسم، فعند نقص نسبة الجلوكوز في الخلايا يعمل الجسم على تحويل الغلايكوجين إلى الجلوكوز، لتزويدها بالطاقة الضرورية للعمليات الحيوية التي تحدث فيها.

وللغلايكوجين تركيب يشبه تركيب الأميلوبكتين، إلا أنه أكثر تفرعاً، وسلاسله أكثر طولاً، ولذلك فإن له كتلة مولية أكبر بكثير من الكتلة المولية للأميلوبكتين.

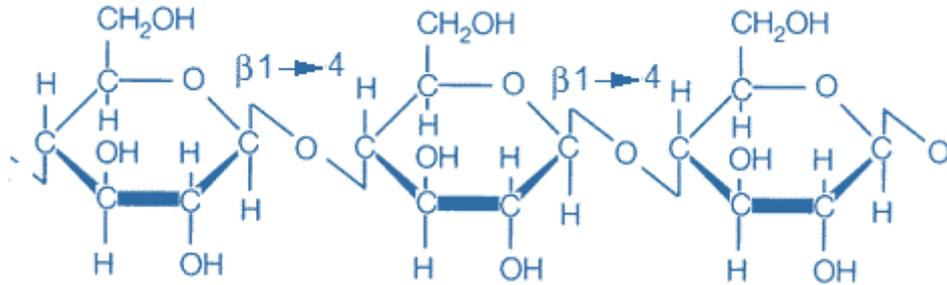
ملاحظة: عند مقارنة الغلايكوجين بغيره من المركبات الحيوية نكتب نفس الخصائص في الأميلوبكتين.

وجه المقارنة	أميلوز	غلايكوجين
الذوبان في الماء	يذوب	لا يذوب
التفرع	غير متفرع	متفرع
نوع الروابط	غلايكوسيدية (٤:١ - α)	في السلسلة: غلايكوسيدية (٤:١ - α) بين السلاسل: غلايكوسيدية (٦:١ - α)



٣- السليلوز

يعد السليلوز الدعامة لهيكل النبات لأنه يتواجد في النبات على شكل سلاسل غير متفرعة ترتبط فيما بينها بروابط هيدروجينية مما يجعلها متماسكة بقوة، وهذا يتناسب مع وظيفتها الرئيسية كدعامة للهيكل النباتي.



ملاحظات:

- ١- لا يذوب في الماء.
- ٢- سلاسل غير متفرعة.
- ٣- السكر الأحادي: β - غلوكوز.
- ٤- أرقام الكربون المكونة للرابطة الغلايكوسيدية بين وحدات الغلوكوز ١ و ٤ .
- ٥- نوع الرابطة الغلايكوسيدية: (β - ١ : ٤).

سيليلوز	غلايكوجين	النشا		وجه المقارنة
		أميلوبكتين	أميلوز	
لا يذوب β -غلوكوز غير متفرع	لا يذوب α -غلوكوز متفرع	لا يذوب α -غلوكوز متفرع	يذوب α -غلوكوز غير متفرع	<ul style="list-style-type: none"> • الذوبان في الماء: • وحدة البناء الأساسية: • وجود التفرع: • أرقام الكربون المكون للرابطة الغلايكوسيدية في السلسلة غير المتفرعة: وفي السلسلة المتفرعة: • نوع الرابطة الغلايكوسيدية في السلسلة: بين السلاسل المتفرعة: • الوظيفة الحيوية:
١ و ٤	١ و ٤ ١ و ٦	١ و ٤ ١ و ٦	١ و ٤	
(β - ١ : ٤)	(α - ١ : ٤) (α - ١ : ٦)	(α - ١ : ٤) (α - ١ : ٦)	(α - ١ : ٤)	
الدعامة لهيكل النبات	المخزون الرئيسي للغلوكوز في جسم الإنسان	مصدر احتياطي للطاقة في جنور النبات	مصدر احتياطي للطاقة في جنور النبات	

البروتينات

توجد البروتينات في جميع الخلايا الحية، وتعد من الجزيئات الضخمة التي تشكل ٥٠% من كتلة الجسم الجاف.

الدور الحيوي للبروتينات (النشاط البيولوجي):-

- ١- تدخل في تركيب عضلات الجسم والأغشية الخلوية والشعر والأظافر.
- ٢- تحفيز (تسريع) التفاعلات الحيوية المختلفة في الجسم كعمليات هدم الدهون في الجسم (مثل إنزيمات)
- ٣- تنظيم وظائف الأعضاء المختلفة وعمليات البناء والهدم التي تحدث في الخلايا (هرمونات)
- ٤- تعمل على نقل O_2 بين الخلايا.

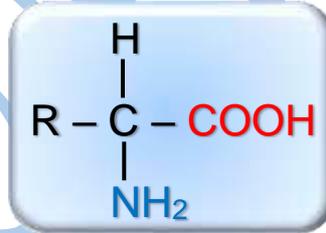
البروتينات: مبلمرات طبيعية وحدة بنائها الأساسية حموض أمينية من النوع α .

مبلمرات: مركبات مكونة من جزيئات عملاقة تتكون بتكرار عدد كبير من الوحدات الصغيرة (مونومر).

الحموض الأمينية

١

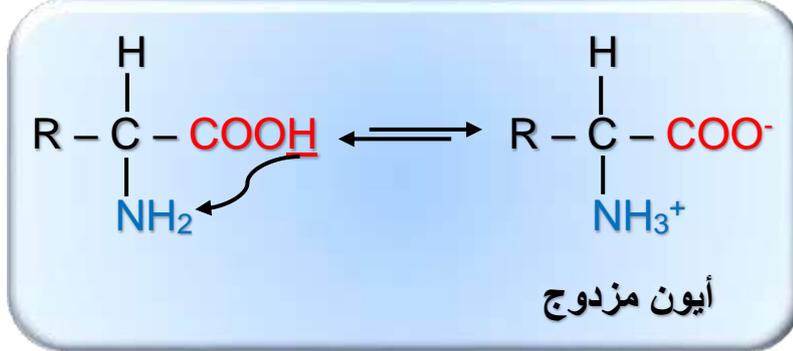
وهي مركبات عضوية تحتوي على مجموعتين وظيفيتين، مجموعة الكربوكسيل الحمضية ($-COOH$) ومجموعة الأمين القاعدية ($-NH_2$) وتعد وحدة البناء الأساسية للبروتينات.



لعلك توصلت إلى أن الحمض الأميني يتكون من مجموعة كربوكسيل ($-COOH$) حمضية، ومجموعة أمين ($-NH_3$) قاعدية، إضافة إلى السلسلة الهيدروكربونية (R) التي تختلف من حمض إلى آخر، وتجدر الإشارة هنا إلى أن الحموض التي تكون فيها مجموعة الأمين مرتبطة بذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكربوكسيل يطلق عليها الحموض الأمينية ألفا (α)، حيث تتكون البروتينات من هذا النوع من الحموض.



يوجد الحمض الأميني في المحلول على شكل أيون مزدوج، حيث تمنح مجموعة الكربوكسيل الحمضية H^+ إلى مجموعة الأمين القاعدية.



الحمض الأميني يسلك كحمض في الوسط القاعدي، كما يسلك كقاعدة في الوسط الحمضي ويكون متعادلاً في الوسط المتعادل؛ بسبب وجود الحمض الأميني على شكل أيون مزدوج.

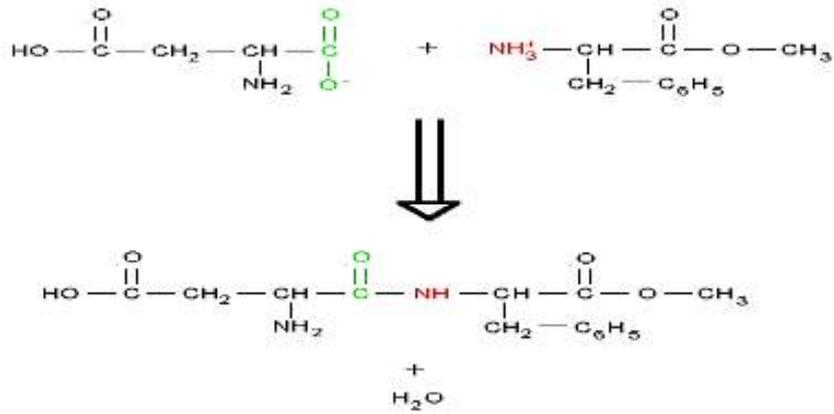
عند تكاثف حمضين أميين α (بحذف $1H_2O$) فإن الناتج "ثاني ببتيد" وعند تكاثف ٣ حموض أمينية (بحذف $2H_2O$) فإن الناتج "ثلاثي ببتيد" وما يربط بين الحموض الأمينية هو "روابط ببتيدية أو أميدية".

الرابطه الببتيدية أو الأميدية: رابطه تنشأ بين مجموعة كربوكسيل من حمض أميني ومجموعة أمين من حمض اميني آخر، وعدد هذه الروابط = عدد الحموض الأمينية - ١.

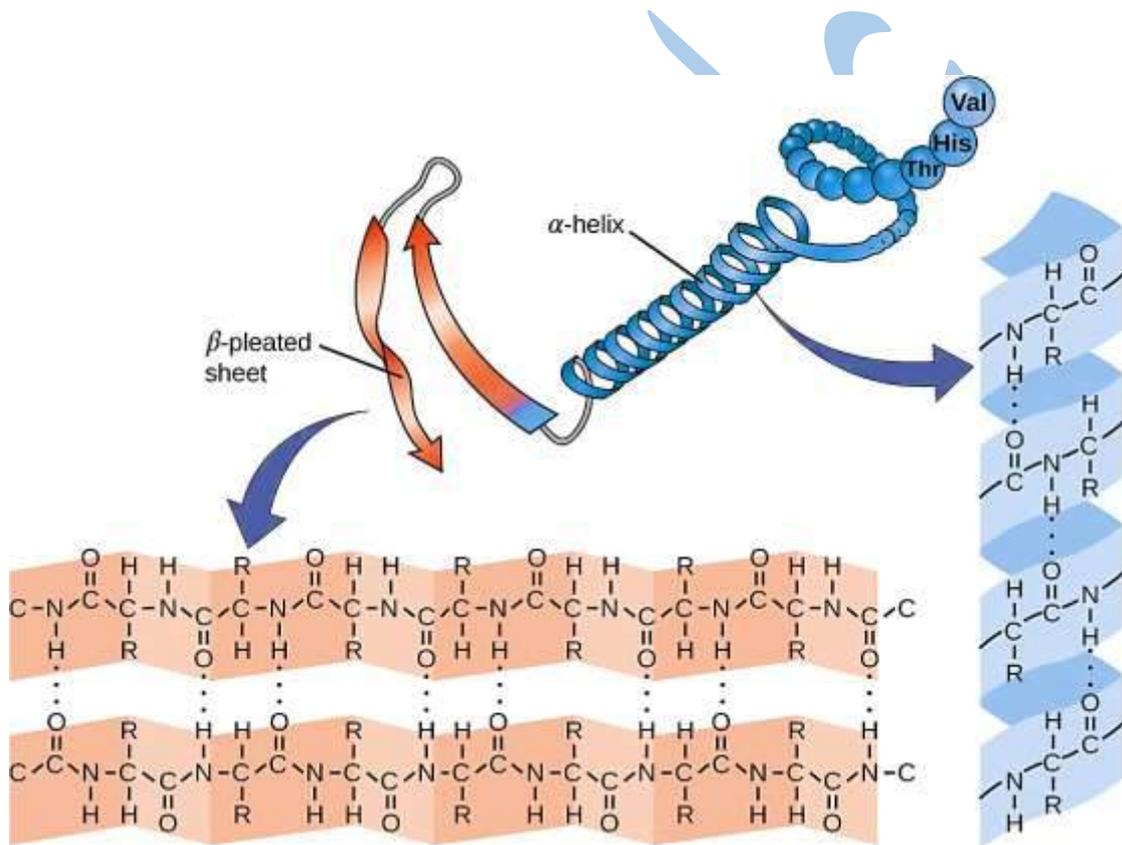
وعند ارتباط عدد كبير من الحموض الأمينية ينتج مبلر "سلسلة الببتيد" أو "بروتين" وبهذا نستنتج أن الحمض الأميني α هو الوحدة البنائية (مونومر) للبروتين. وتتخذ سلسلة البروتين أشكالاً مختلفة ترتبط أجزاءها فيما بينها بروابط هيدروجينية.

☺ سؤال: إذا علمت أن جزيء ببتيد مكون من (٨) حموض أمينية α فأجب عما يلي:
 أ- ما نوع الروابط التي تربط الحموض الأمينية في الببتيد؟ وما عددها؟
 ب- ما عدد جزيئات الماء الناتجة من ترابط هذه الحموض؟





اتحاد حمضين أميين لتكوين ثنائي الببتيد



أحد أشكال سلاسل البروتين



الليبيدات

تعد الليبيدات مصدراً مهماً للطاقة في جسم الإنسان والحيوان، فهي تضم أنواعاً مختلفة من المركبات، من أشهرها الدهون والزيوت والستيرويدات.

الليبيدات: مركبات عضوية حيوية تذوب في المذيبات العضوية غير القطبية منها: دهون وزيوت وسترويدات.

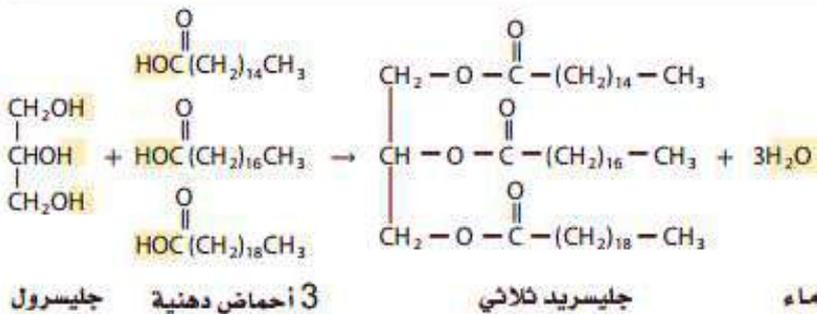
الدهون

١

الدهون والزيوت: استرات ثلاثية للجليسرول مع الحموض الدهنية، فإن كان ثلاثي الغليسرايد صلباً سمي دهناً وإن كان سائلاً سمي زيتاً.

الدور الحيوي للدهون (النشاط البيولوجي):

تعد الدهون مصدراً مهماً للطاقة في الإنسان والحيوان، كما انها تخزن في جسم الإنسان في طبقات تحت الجلد، ويتركز وجودها في منطقة البطن وحول الأعضاء الداخلية كالقلب والرنتين والكليتين، وتعمل على حماية هذه الأعضاء من الصدمات الخارجية، كما أنها تشكل عازلاً للحرارة بين الجسم والوسط الخارجي، كما تدخل الدهون في تكوين الأغشية البلازمية للخلايا.



تتكون روابط الإستر في الجليسرول

الثلاثي عندما تتحد مجموعات الهيدروكسيل

الموجودة في الجليسرول بمجموعات الكربوكسيل

الموجودة في الأحماض الدهنية.

جليسرول

3 أحماض دهنية

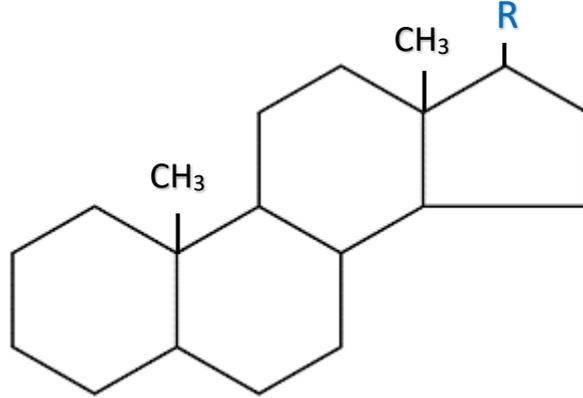
جليسرول ثلاثي

ماء

تعد الدهون من الإسترات، ويحوي الجزيء منها على ثلاث مجموعات إستر، ولذلك تسمى بالإسترات الثلاثية نظراً لتكوين (3) روابط إسترية، ويطلق عليها أيضاً ثلاثي غليسرايد، وتتكون من اتحاد الجليسرول مع ثلاثة حموض دهنية قد تكون متشابهة أو مختلفة، وتتميز بأنها مركبات غير قطبية، ترتبط بينها بقوى لندن الضعيفة، وهذا يفسر انخفاض درجة انصهارها، كما أنها لا تذوب في المذيبات العضوية غير القطبية، مثل رباعي كلوريد الكربون أو البنزين.



تعد الستيرويدات من المركبات الحيوية في الجسم ومن أمثلتها الكوليسترول الذي يدخل في تركيب الأغشية الخلوية، وفي بعض الفيتامينات كفيتامين (د) وبعض الهرمونات.



تلاحظ من الشكل أن الستيرويدات تتكون من أربع حلقات مدمجة، ثلاثة منها سداسية وحلقة خماسية، إضافة إلى سلسلة هيدروكربونية (R) تختلف من ستيرويد لآخر، وتتميز الستيرويدات بأنها لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في الدهون ولذلك فهي تخزن في الأنسجة الدهنية في الجسم، ومن الجدير بالذكر أن معظم الستيرويدات يتم تكوينها في الجسم، فالكبد مثلاً ينتج حوالي ٧٠% من حاجة الجسم من الكوليسترول.

وعلى الرغم من حاجة الجسم للكوليسترول، إلا أن زيادة نسبته في الدم تؤدي إلى ترسبه في الأوعية الدموية، مما يسبب تصلبها وعدم قدرتها على الانقباض والانبساط، مما يعيق حركة الدم في هذه الأوعية، ويساعد على تخثر الدم فيها، مكوناً ما يعرف بالجلطة الدموية.



تطبيقات حياتية



فيتامين د فيتامين الشمس

يعد من الفيتامينات الهامة للجسم؛ ويتم بناؤه من الكوليسترول في الجلد عند التعرض لأشعة الشمس.

إن نقص فيتامين د يسبب:-

- ١- انخفاض في امتصاص الكالسيوم، مما يسبب الكساح عند الأطفال، ولين العظام وهشاشتها عند البالغين.
- ٢- الإصابة بالاكتهاب.
- ٣- زيادة الفرصة بالإصابة بارتفاع كوليسترول الدم.
- ٤- الإصابة بتصلب الشرايين، مما قد يسبب ارتفاع ضغط الدم.

يمكن تعويض نقص فيتامين د عن طريق:

- ١- الغذاء
- ٢- بعض المستحضرات الدوائية (متممات غذائية).



عزيمي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة عليك
بحل أسئلة المحتوى وأسئلة الفصل والوحدة من
كتاب المدرسي

نهاية الوحدة الرابعة

مع أطيبي آمياني بالنجاح والتوفيق لجميع
طلاب المملكة

علاء بدارنة

