



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء

الاقتصاد المنزلي

الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | mohe.gov.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

هاتف +970 2 2983280 | فاكس +970 2 2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

المحتويات

	الحموض والقواعد: (Acids and Bases)
2	(1.2): الخواص العامة للحموض والقواعد
3	(2.2): تطوّر مفهومي الحمض والقاعدة
6	(3.2): التأين الذاتي للماء والرقم الهيدروجيني
11	(4.2): الحموض والقواعد الضعيفة
16	أختبر نفسي
	الكيمياء العضوية: (Organic Chemistry)
17	(5.2): المركّبات العضوية
18	(6.2): هاليدات الألكيل
19	(7.2): الكحولات
24	(8.2): الألدهيدات والكيونونات
27	(9.2): الحموض الكربوكسيلية
29	أختبر نفسي

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف دراسة الحموض والقواعد في تطبيقات حياتية وعملية، وتفسير عدد من العمليات الحيوية والصناعية، وتوظيف دراسة التفاعلات الكيميائية في الكيمياء العضوية لتحضير بعض المركّبات العضوية، والتمييز بينها، من خلال تحقيق الآتي:

● توظيف مفهوم أرهينيوس، وبرونستد - لوري للتمييز بين الحموض والقواعد.

● المقارنة بين قوة الحموض والقواعد، اعتماداً على ثوابت تأيئها.

● حساب الرقم الهيدروجيني في المحاليل المائية للحموض والقواعد القوية والضعيفة.

● تحديد السلوك الحمضي أو القاعدي لمحاليل بعض المركّبات عملياً.

● كتابة معادلات كيميائية تمثّل تفاعلات المركّبات العضوية.

● استنتاج نواتج تفاعلات بعض المركّبات العضوية عملياً.

● التمييز مخبرياً بين بعض المركّبات العضوية المختلفة.

الحموض والقواعد: (Acids and Bases)

(1.2): الخواص العامة للحموض والقواعد:

تتميز الحموض والقواعد ببعض الخواص العامة التي تُميّزها عن غيرها من المركبات الأخرى، ولقد درست في سنوات سابقة بعضاً من هذه الخواص، ولتذكر ذلك، نفضّ النشاط الآتي:

نشاط (1): بعض الخواص العامة للحموض والقواعد:

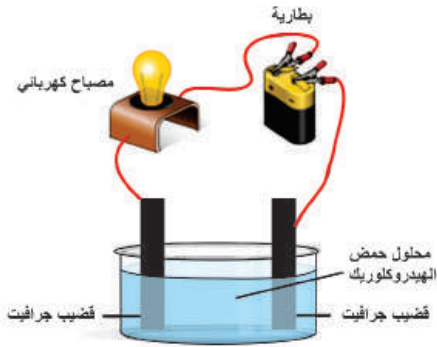
المواد والأدوات: هيدروكسيد الصوديوم NaOH، ومحلّول حمض الهيدروكلوريك HCl بتركيز 0.5 مول/لتر، ومحلّول كاشف دوار الشمس، وقطعة مغنيسيوم، وقضبان جرافيت، وماء مقطر، وأسلاك توصيل، وكؤوس زجاجية، وأنبوب اختبار، ومصباح كهربائي، وبطارية 9 فولت أو محوّل كهربائي، ومخبر مدرّج، وقطّارة، وميزان إلكتروني حساس.



خطوات العمل:



- 1 - أذب 1 غم من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجي يحوي 50 مل ماء مقطر.
- 2 - ضع 20 مل من محلّول حمض HCl في كأس زجاجي آخر.
- 3 - أضف (2-3) قطرات من كاشف دوار الشمس إلى كلا المحلولين، ولاحظ لون الكاشف في كل منهما.
- 4 - أحضر أنبوب اختبار، وضع فيه 5 مل من حمض HCl المنخفف، ثم أضف إليه قطعة من المغنيسيوم Mg، ماذا تلاحظ؟ اكتب معادلة التفاعل الحاصل في الأنبوب.
- 5 - ضع قطبي الجرافيت في محلّول HCl، وصلهما بمكونات الدارة الكهربائية، كما في الشكل المجاور، ماذا تلاحظ؟ فسّر مشاهداتك.
- 6 - كرر الخطوة (5) في محلّول NaOH، ماذا تلاحظ؟



تمتاز الحموض بطعمها الحمضي، وقدرتها على التفاعل مع بعض الفلزات، مُطلقةً غاز الهيدروجين، ومحاليلها المائية توصل التيار الكهربائي، وتُغيّر لون الكواشف بشكل مغاير عن محاليل القواعد، أما القواعد فتمتاز بطعمها المر، وأيضاً قدرة محاليلها على توصيل التيار الكهربائي.

ما سبب توصيل محاليل الحموض، والقواعد للتيار الكهربائي؟



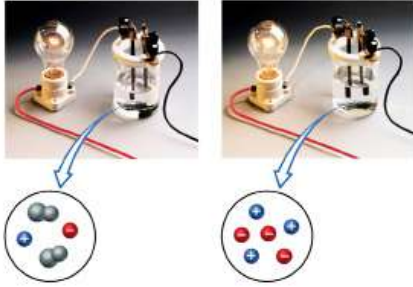
ولكنّ السؤال: هل لجميع محاليل الحموض والقواعد المتساوية في التركيز، درجة التوصيل الكهربائي نفسها؟ لتجيب عن هذا السؤال، نفضّ النشاط الآتي:

نشاط (2): درجة التوصيل الكهربائي لمحاليل بعض الحموض:

المواد والأدوات: محلول حمض الهيدروكلوريك HCl بتركيز (0.5) مول/لتر، ومحلول حمض الأسيتيك CH_3COOH بتركيز (0.5) مول/لتر، وأقطاب جرافيت عدد 4، وأسلاك توصيل معزولة، وكأسان زجاجيان سعة كلٌّ منهما (500) مل، ومصباحان كهربائيان، وبطاريتان (9) فولت، أو محوّلان كهربائيان.



خطوات العمل:



- 1 - ضع في الكأس الزجاجي الأول (200) مل من محلول حمض HCl، وضع في الكأس الزجاجي الثاني (200) مل من محلول حمض CH_3COOH .
- 2 - ركب الدارة الكهربائية في كل كأس كما في الشكل المجاور.
- 3 - لاحظ إضاءة المصباح في كلا الدارتين، وفسّر مشاهدتك.

سؤال:

أيّ المحلولين في النشاط أسرع تفاعلاً مع كمية ثابتة من المغنيسيوم؟ تحقق عملياً من إجابتك.

لعلك لاحظت بعد تنفيذك النشاط السابق أنّ الحموض المختلفة تتفاوت في درجة تفككها (تأيّنها) في الماء، وهذا يؤثر على درجة توصيلها للتيار الكهربائي، ونشاطها الكيميائي، وينطبق هذا أيضاً على القواعد المختلفة.

(2.2): تطوّر مفهومي الحمض والقاعدة:

حظيت الحموض والقواعد بالدراسة والاهتمام منذ فترة طويلة، حيث شهد تاريخ الكيمياء تطوراً مستمراً لمفهوم الحمض والقاعدة، وتفسير سلوكها الكيميائي، ومن أهم هذه المفاهيم:

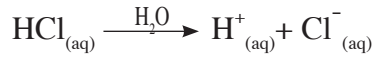
أولاً: مفهوم أرهينيوس (Arrhenius Concept):

وضع أرهينيوس عام 1887 م تصوراً حول طبيعة الحموض والقواعد ضمن النظرية الأيونية التي طوّرها، وفسّر خلالها خصائص المحاليل الكهربية، ومن بينها محاليل الحموض والقواعد، وقد عرّف كلاً منهما على النحو الآتي:

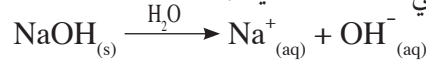
الحمض: المادة التي تذوب في الماء، فتزيد من تركيز أيونات الهيدروجين H^+ فيه.
القاعدة: المادة التي تذوب في الماء، فتزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- فيه.

وحسب مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد، فإن المادة لا تكون حمضاً إلا إذا احتوت على ذرّة أو ذرّات الهيدروجين (H)، أما القاعدة فيُشترط احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل (OH)، ومن الأمثلة على ذلك: $NaOH$ ، HCl .

فعند ذوبان حمض الهيدروكلوريك في الماء، يتأين (يتفكك) إلى أيونات الهيدروجين الموجبة، وأيونات الكلوريد السالبة، كما في المعادلة الآتية:



أما عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ في الماء فإنها تتأين إلى أيونات الهيدروكسيد السالبة، وأيونات الصوديوم الموجبة، كما في المعادلة الآتية:

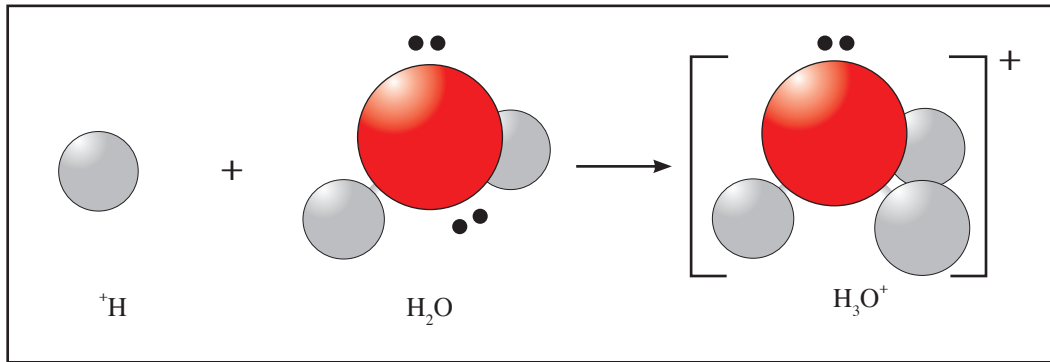


■ سؤال:

اكتب معادلة كيميائية تُمثل تأين كل من الآتية في الماء:

أ- حمض البيركلوريك $HClO_4$.
 ب- هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$.

عندما تتأين الحموض في الماء فإنها تكوّن أيون الهيدروجين الموجب (H^+)، وهو أيونٌ صغير الحجم، وكثافة شحنته الموجبة عالية جداً، فلا يتواجد حرراً في الماء، وإنما يميل للارتباط بجزيء ماء واحد على الأقل، مكوناً أيون الهيدرونيوم H_3O^+ ، حيث يرتبط أيون الهيدروجين H^+ مع جزيء الماء H_2O بنوع خاص من الروابط التساهمية تُسمى رابطة تناسقية تُقدم فيها ذرّة الأكسجين في جزيء الماء زوج الإلكترونات المكون للرابطة بينهما، انظر الشكل (1-2) الآتي:



الشكل (1-2): تكوّن أيون الهيدرونيوم H_3O^+



لماذا يُطلق على أيون الهيدروجين الموجب اسم بروتون؟

ثانياً: مفهوم برونستد - لوري (Bronsted - Lowry Concept):

اقترح كل من السويدي يوهانز برونستد والإنجليزي توماس لوري مفهوماً أكثر تطوراً، وأكثر شموليةً للحموض والقواعد عام 1923م، وحسب هذا المفهوم فإن:

الحمض: هو المادة التي تمنح البروتون H^+ لمادة أخرى عند تفاعلها.

القاعدة: هي المادة التي تستقبل البروتون H^+ من مادة أخرى عند تفاعلها.

ولتعرف مفهوم برونستد- لوري للحمض والقاعدة، تتبّع المثالين الآتيين:

مثال (1):

يمثل التفاعل الآتي تأين حمض الهيدروسيانيك في الماء، حدّد الحمض والقاعدة حسب مفهوم برونستد- لوري.

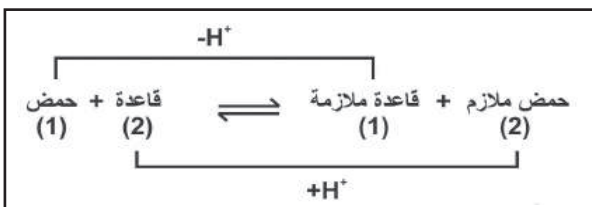


الحل:

يسلك HCN كحمض؛ لأنه يمنح البروتون إلى جزيء الماء، فيصبح CN^- ، ويُعدّ جزيء الماء قاعدة في هذا التفاعل؛ لأنه يستقبل هذا البروتون فيصبح H_3O^+ ، وحيث إنّ التفاعل يتم بشكل عكسي، فإن أيون H_3O^+ يسلك كحمض؛ لأنه يمنح البروتون إلى أيون CN^- ، ويعدّ أيون CN^- قاعدة؛ لأنه يستقبل ذلك البروتون.

يُشكّل كل من HCN و CN^- زوجاً متلازماً من الحمض والقاعدة، وكذلك يُشكّل H_3O^+ و H_2O زوجاً

متلازماً آخر من القاعدة والحمض، وبشكل عام، فإن لكل حمض قاعدة ملازمة له، ولكل قاعدة حمض ملازم لها كما هو موضّح في التفاعل العامّ المجاور:

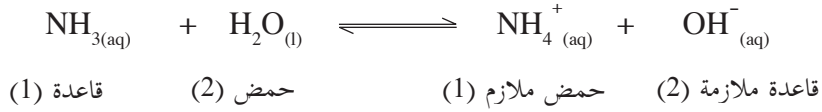


مثال (2):

يوضّح التفاعل الآتي تأين الأمونيا في الماء:



حدّد الأزواج المتلازمة من الحمض والقاعدة حسب مفهوم برونستد- لوري.



سؤال: _____

- 1 - ما صيغة الحمض الملازم لكل من القواعد: CH_3NH_2 ، HCO_3^- ، Br^- ، SO_3^{2-} ؟
- 2 - ما صيغة القاعدة الملازمة لكل من الحموض: HCO_3^- ، CH_3COOH ، HF ، $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ؟

لعلك لاحظت أن HCO_3^- قد يمنح بروتوناً، فيسلك سلوك الحمض في بعض التفاعلات، وتكون قاعدته الملازمة CO_3^{2-} ، أو يستقبل بروتوناً في تفاعلات أخرى فيسلك سلوك القاعدة، ويكون حمضه الملازم H_2CO_3 ، ولذلك يمتلك HCO_3^- صفة أمفوتيرية.

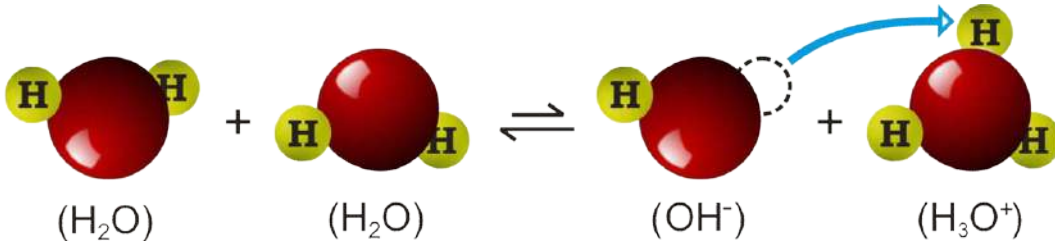
لماذا يمتلك الماء صفة أمفوتيرية؟



(3.2): التآين الذاتي للماء والرقم الهيدروجيني (Auto ionization of water and pH):

أظهرت التجارب بأن الماء النقي (المقطر) موصل ضعيف جداً للتيار الكهربائي؛ ما يدل على وجود عدد قليل جداً من الأيونات فيه، فما مصدر تلك الأيونات؟

تمنح بعض جزيئات الماء البروتونات التي تستقبلها جزيئات ماء أخرى، مكونة أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^- ، وتسمى هذه الظاهرة التآين الذاتي للماء، كما هو موضح في الشكل (2-2) الآتي:



الشكل (2-2): ظاهرة التآين الذاتي للماء

نلاحظ من الشكل (2-2) أن ظاهرة التآين الذاتي للماء تُمثّل حالة اتزان كيميائي، له ثابت اتزان خاص به يُرمز له بالرمز K_w ، وقيمته تساوي 1×10^{-14} عند درجة حرارة 25 °س.

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



سؤال:

بناءً على ما درسته في حسابات الاتزان الكيميائي، احسب تركيز أيونات H_3O^+ و OH^- في الماء المقطر عند 25°س. ماذا تعني لك القيمة؟

لكن كيف يتغير $[\text{OH}^-]$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ عند إذابة حمض أو قاعدة في الماء؟ لتتعرف إلى ذلك تتبع المثالين الآتيين:

مثال (1):

احسب تركيز أيونات كل من $[\text{OH}^-]$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.5 مول/لتر عند 25°س.

الحل:

يُعدّ حمض الهيدروكلوريك حمضاً قوياً، ويتأين كلياً في الماء، كما في المعادلة الآتية:



التركيز قبل التأين صفر صفر 0.5 مول/لتر
التركيز بعد التأين 0.5 مول/لتر 0.5 مول/لتر صفر

بما أنّ تركيز أيونات $[\text{H}_3\text{O}^+]$ القادم من التأين الذاتي للماء = 1×10^{-7} مول/لتر، وهو مقدار ضئيل جداً يمكن إهماله، واعتبار أن تركيز أيونات $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول يساوي التركيز القادم من الحمض القوي فقط. وعليه فإن $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.5$ مول/لتر.

بما أن $[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، فإن:

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

مثال (2):

احسب $[\text{OH}^-]$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول المائي الناتج من إذابة 0.1 مول من هيدروكسيد الباريوم $\text{Ba}(\text{OH})_2$ في 500 مل من الماء عند 25°س، علماً بأن هيدروكسيد الباريوم يتفكك كلياً في الماء.

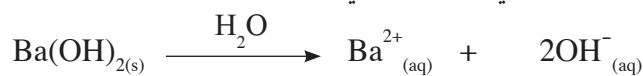
$$1 \text{ لتر} = 1000 \text{ مل}$$

$$1 \text{ سم}^3 = 1 \text{ مل}$$

الحل:

$$\text{التركيز} = \frac{\text{ن (مول)}}{\text{ح (لتر)}} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \text{ مول/لتر}$$

هيدروكسيد الباريوم من القواعد القوية التي تتأين كلياً في الماء حسب المعادلة الآتية:



التركيز قبل التأين صفر صفر التركيز قبل التأين
صفر 0.2 0.2 × 2 التركيز بعد التأين

القواعد القويّة الشائعة
LiOH
NaOH
KOH
Sr(OH) ₂
Ba(OH) ₂

وعليه يكون تركيز أيونات $\text{OH}^{-} = 0.4$ مول/لتر.
تركيز أيونات $\text{H}_3\text{O}^{+} = \frac{K_w}{[\text{OH}^{-}]} = \frac{10^{-14} \times 1}{0.4} = 2.5 \times 10^{-13}$ مول/لتر.

لعلك لاحظت أن حالة الاتزان تبقى موجودة بين $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$ و $[\text{OH}^{-}]$ من جهة، وجزيئات الماء من جهة أخرى في المحاليل المائية سواءً أكانت حمضية، أم قاعدية، أم متعادلة، وكما لاحظت في الأمثلة السابقة، فإن إضافة الحمض إلى الماء يزيد من $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$ ، وحتى يبقى K_w ثابتاً يقل $[\text{OH}^{-}]$ وفقاً لذلك، وبالمثل عند إضافة القاعدة يزداد $[\text{OH}^{-}]$ ، ويقل $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$ تبعاً لذلك.

واعتماداً لما سبق، يمكن تصنيف المحاليل بدلالة تركيز $[\text{OH}^{-}]$ ، و $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$ (عند 25°س) على النحو الآتي:

■ محلول متعادل: $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = [\text{OH}^{-}] = 1 \times 10^{-7}$ مول/لتر.

■ محلول حمضي: $[\text{H}_3\text{O}^{+}] > 1 \times 10^{-7}$ ، $[\text{OH}^{-}] < 1 \times 10^{-7}$ مول/لتر.

■ محلول قاعدي: $[\text{H}_3\text{O}^{+}] < 1 \times 10^{-7}$ ، $[\text{OH}^{-}] > 1 \times 10^{-7}$ مول/لتر.

■ سؤال: فيما يأتي جدول يحوي أيونات H_3O^{+} أو OH^{-} في محاليل بتركيز معينة لمواد مختلفة (عند 25°س). انقل الجدول، واملأ الفراغات فيه.

المحلول	$[\text{H}_3\text{O}^{+}]$	$[\text{OH}^{-}]$	طبيعة المحلول
NaCl	1×10^{-7}	.....	متعادل
Na_2CO_3	.....	4×10^{-3}	.....
H_2CO_3	3×10^{-6}	.....	.....
Mg(OH)_2	.....	5×10^{-2}	قاعدي

■ الرقم الهيدروجيني pH

يُدرج في بطاقة بيان بعض المنتجات كمستحضرات التجميل، والصابون، والمناديل المبلّلة رمز الـ pH. فما دلالة هذا الرمز؟

علمت أنه يمكن استخدام $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ لوصف طبيعة المحلول المائي، إن كان حمضياً، أو قاعدياً، أو متعادلاً، ولكون قيم هذه التراكيز صغيرة جداً تشمل أسساً سالبة، تُفقَ على استخدام الرقم الهيدروجيني pH؛ للتعبير عن درجة حموضة المحلول، ويُعرف الرقم الهيدروجيني بأنه سالب لوغاريتم (للأساس 10) تركيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحاليل المائية.

مثال (1):

احسب الرقم الهيدروجيني pH في كل مما يأتي:

1 - الماء المقطر عند 25 °س.

2 - محلول حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر.

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

الحل:

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

$$pH = - \log [H_3O^+] = - \log (1 \times 10^{-7}) = 7$$

2. حمض النيتريك من الحموض القوية التي تتأين كلياً في الماء حسب التفاعل الآتي:



التركيز قبل التأين صفر صفر صفر

2×10^{-3} مول/لتر

التركيز بعد التأين 2×10^{-3} 2×10^{-3} صفر

صفر

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

مثال (2):

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

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

إذا علمت أن الرقم الهيدروجيني pH لعينة من عصير التفاح = 4.6،

جد تركيز أيونات H_3O^+ ؟

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \text{، وهذا يعني أن } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4.6} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر.}$$

سؤال:

إذا كان تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- في فنجان قهوة يساوي 1×10^{-9} مول/لتر، جد قيمة pH لمحلول القهوة، وهل محلول القهوة حمضي أم قاعديّ التأثير؟

تشاط (3): الرقم الهيدروجيني لعدد من المواد:

يُظهر الشكل (2-3) الآتي الرقم الهيدروجيني لعدد من المواد المألوفة في بيئتك المحيطة، تأمل الشكل، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (2-3): الرقم الهيدروجيني لعدد من المواد (ليس للحفظ)

- 1 - قدر الرقم الهيدروجيني لكل من الصابون السائل والدم؟
- 2 - قدر الرقم الهيدروجيني لكل من عصير البندورة وعصارة المعدة؟ أيهما تركيز أيونات H_3O^+ فيه أعلى؟
- 3 - كيف يتغير الرقم الهيدروجيني مع زيادة تركيز أيونات H_3O^+ ؟
- 4 - كيف يتغير الرقم الهيدروجيني مع زيادة تركيز أيونات OH^- ؟
- 5 - عيّنة لمحلول دواء، تركيز أيونات OH^- فيها يساوي 3×10^{-4} ، حدّد طبيعة محلول الدواء إن كان حمضياً أم قاعدياً.

يُستخدم عادة جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني (pH meter) لقياس الرقم الهيدروجيني pH، حيث يعطي قيمة دقيقة، ويمكن استخدام الكاشف العالمي (Universal indicator)، وهو خليط لمجموعة من الكواشف لتقدير قيمة الرقم الهيدروجيني.



مقياس الرقم الهيدروجيني pH



ألوان الكاشف العالمي

(4.2): الحموض والقواعد الضعيفة:

عرفت سابقاً أن الحموض القوية، والقواعد القوية تتأين في الماء كلياً، وتمكّنت من حساب الرقم الهيدروجيني لمحاليلها، فكيف يمكن حساب الرقم الهيدروجيني لمحاليل الحموض والقواعد الضعيفة التي تتفكك جزئياً في الماء، وتشكّل اتزاناً مع أيوناتها؟

أولاً: محاليل الحموض الضعيفة:

يقبل $[H_3O^+]$ في محاليل الحموض الضعيفة عن تركيز الحمض الأصلي قبل التأين؛ لأنها تتفكك (تتأين) جزئياً في الماء. فإذا رمزنا للحمض الضعيف بالرمز HA، فإن معادلة تفككه في الماء كما يأتي:



وعليه تُكتب صيغة (تعبير) ثابت الاتزان للحمض الضعيف كما يأتي:

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

وتعدّ قيمة K_a للحموض الضعيفة مقياساً لقوّة تأينها في المحاليل المائية، حيث تزداد قوة الحمض بازدياد قيمة K_a ، ما يزيد من تركيز أيونات $[H_3O^+]$ في المحلول المائي. ويُبين الجدول (1-2) الآتي قيم ثابت التأين لبعض محاليل الحموض الضعيفة، ومعادلات تأينها في الماء عند 25 °س.

الجدول (1-2): قيم ثابت التآين لبعض الحموض الضعيفة عند 25 °س

K_a *	معادلة التآين	الصيغة الكيميائية	اسم الحمض
$4 \cdot 10 \times 6.8$	$\text{HF}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{F}^-_{(aq)}$	HF	حمض الهيدروفلوريك
$4 \cdot 10 \times 5.6$	$\text{HNO}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{NO}_2^-_{(aq)}$	HNO_2	حمض النيتروز
$4 \cdot 10 \times 1.8$	$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{HCOO}^-_{(aq)}$	HCOOH	حمض الميثانويك
$5 \cdot 10 \times 6.3$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	حمض البنزويك
$5 \cdot 10 \times 1.8$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)}$	CH_3COOH	حمض الإيثانويك
$8 \cdot 10 \times 2.9$	$\text{HClO}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{ClO}^-_{(aq)}$	HClO	حمض الهيوكلوروز
$10 \cdot 10 \times 4.2$	$\text{HCN}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CN}^-_{(aq)}$	HCN	حمض الهيدروسيانيك

* (قيم K_a ليست للحفظ)

اعتماداً على الجدول (1-2) السابق، أجب عن الأسئلة الآتية:

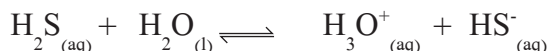
- 1 - أيّ الحموض هو الأقوى؟ وأيها هو الأضعف؟
 - 2 - اكتب الأزواج المتلازمة من الحمض والقاعدة في معادلة تآين حمض الهيوكلوروز HClO في الماء.
 - 3 - أيّ محاليل الحموض المدرجة في الجدول والمتساوية في التركيز يكون $[\text{H}_3\text{O}^+]$ فيه هو الأعلى؟
 - 4 - أيّ محاليل الحموض المتساوية في التركيز رقمه الهيدروجيني pH هو الأعلى؟ فسّر إجابتك.
- يتم حساب قيمة ثابت تآين الحمض الضعيف K_a بالتجربة العملية، بقياس قيمة pH لمحلول الحمض الضعيف معلوم التركيز، والمثالان الآتيان يوضّحان الحسابات المتعلقة بالحموض الضعيفة:

مثال (1):

احسب قيمة K_a لحمض H_2S ، إذا وُجِدَ أنّ قيمة pH لمحلول منه تركيزه 0.1 مول/لتر تساوي 4.

الحل:

نكتب معادلة تفكك (تآين) الحمض H_2S في الماء.



4 = pH ، إذن $[H_3O^+] = 10^{-4} \times 1 = 10^{-4}$ مول/لتر.

وبما أن $[HS^-] = [H_3O^+] = 10^{-4}$ مول/لتر.

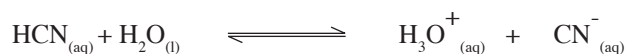
$$10^{-7} \times 1 = \frac{(10^{-4} \times 1)^2}{0.01} = \frac{[H_3O^+][HS^-]}{[H_2S]} = K_a$$

مثال (2):

احسب قيمة pH لمحلول حمض HCN الذي تركيزه يساوي 0.5 مول/لتر، علماً بأن قيمة K_a للحمض تساوي 4.2×10^{-10} .

الحل:

يتأين حمض الهيدروسيانيك HCN في الماء حسب المعادلة الآتية:



0.5 مول/لتر	صفر	صفر	التركيز الابتدائي
-	+	+	التغير في التركيز
0.5 - س	س	س	التركيز عند الاتزان

$$400 < \frac{[HCN]_0}{K_a}$$

$$0.5 \approx 0.5 - س$$

$$\frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]} = K_a \text{ من المعادلة}$$

$$\frac{س^2}{0.5} = 10^{-10} \times 4.2$$

$$س^2 = 10^{-10} \times 4.2 \times 0.5$$

$$س = 1.45 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1.45 \times 10^{-5}) = 4.84$$

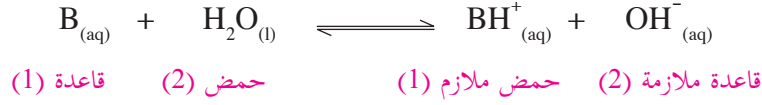
بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية في تطبيقاتك الحاسوبية.

سؤال:

محلول مائي لحمض ضعيف HA، تركيزه 0.2 مول/لتر، ودرجة تأينه في الماء تساوي 4%، احسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH للمحلول، ثم احسب قيمة K_a للحمض.

ثانياً: محاليل القواعد الضعيفة:

تتأين القواعد الضعيفة في الماء جزئياً كما في الحموض الضعيفة، ويمكن تمثيل تأين القاعدة الضعيفة B في الماء كما في المعادلة الآتية:



ويُكتب ثابت التأين K_b للقاعدة الضعيفة B على النحو الآتي:

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

ويضم الجدول (2-2) الآتي عدداً من القواعد الضعيفة، وثابت التأين لكل منها عند درجة 25 °س. والجدول (2-2): بعض القواعد الضعيفة، وقيم ثابت تأينها عند 25 °س

K_b *	معادلة التأين	الصيغة الكيميائية	اسم القاعدة
$4 \cdot 10^{-5}$	$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	CH_3NH_2	ميثيل أمين
$1.8 \cdot 10^{-5}$	$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	NH_3	الأمونيا
$1.3 \cdot 10^{-6}$	$N_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons N_2H_5^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	N_2H_4	هيدرازين
$8.7 \cdot 10^{-9}$	$NH_2OH_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_3OH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	NH_2OH	هيدروكسيل أمين
$1.4 \cdot 10^{-9}$	$C_5H_5N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_5H_5NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	C_5H_5N	بيريدين
$3.8 \cdot 10^{-10}$	$C_6H_5NH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	$C_6H_5NH_2$	أنيلين

* (قيم K_b ليست للحفظ)

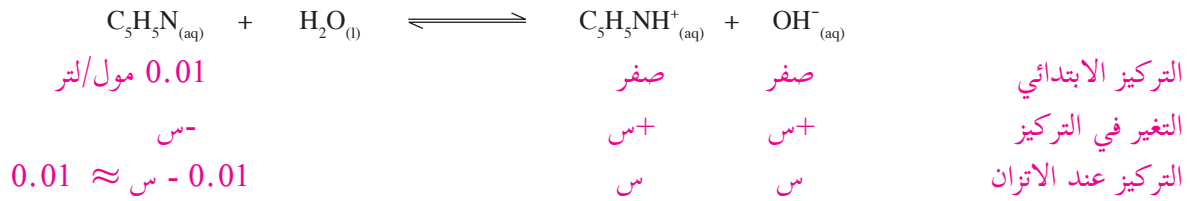
ولتتعرف الحسابات المتعلقة بمحاليل القواعد الضعيفة، ادرس المثالين الآتيين:

مثال (1):

احسب قيمة pH لمحلول البيريدين C_5H_5N ، الذي تركيزه يساوي 0.01 مول/لتر، علماً بأن ثابت التأين K_b للبيريدين يساوي $1.4 \cdot 10^{-9}$.

الحل:

يتأين البريدين في الماء حسب المعادلة الآتية:



بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

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

$$\frac{\text{س}^2}{0.01} = \frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{س} - 0.01} = {}^9\text{10} \times 1.4$$

$$\text{س}^2 = {}^9\text{10} \times 1.4 \times 0.01 = {}^{11}\text{10} \times 1.4 \times 10^{-3} \Rightarrow \text{س} = \sqrt{{}^{11}\text{10} \times 1.4 \times 10^{-3}} = 3.74 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر.}$$

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] = [\text{OH}^-] = 3.74 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر.}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log\left(\frac{10^{-14}}{3.74 \times 10^{-2}}\right) = 8.57$$

مثال (2):

احسب قيمة ثابت التآين للقاعدة الضعيفة B التي تركيزها 0.01 مول/لتر، وقيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلولها = 10.

الحل:



من خلال الرقم الهيدروجيني pH يمكن إيجاد تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ كما يأتي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10} \text{ مول/لتر.} \leftarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4} \text{ مول/لتر.}$$

$$10^{-6} = \frac{(10^{-4})^2}{[\text{B}]} = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{0.01} = K_b$$

سؤال: من خلال المثالين السابقين، أجب عما يأتي:

- 1 - أيّ القاعدتين أقوى، البريدين أم القاعدة B؟ فسّر إجابتك.
- 2 - ما العلاقة بين قيمة pH وقيمة K_b في محاليل القواعد الضعيفة متساوية التركيز؟



أختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

- 1 أيُّ المحاليل المائية للمواد الآتية لا يعدُّ من حموض أرهينيوس أو قواعده؟
 (أ) HNO_3 (ب) HF (ج) NH_3 (د) LiOH
- 2 أيُّ المواد الآتية يسلك كحمض وكقاعدة حسب مفهوم برونستد - لوري (يملك صفات أمفوتيرية)؟
 (أ) H_2SO_4 (ب) HCO_3^- (ج) CO_3^{2-} (د) H_2S
- 3 أيُّ المحاليل الآتية المتساوية في التركيز هو الأقل قيمة pH؟
 (أ) HCl (ب) NH_3 (ج) HF (د) NaCN

السؤال الثاني: ما المقصود بالمصطلحات الآتية؟

حمض أرهينيوس، وقاعدة برونستد - لوري.

السؤال الثالث: احسب الرقم الهيدروجيني pH في كل من المحاليل المائية الآتية:

- 1 محلول من حمض HClO_4 القوي، تركيزه 0.05 مول/لتر.
- 2 محلول من حمض CH_3COOH تركيزه 0.05 مول/لتر، علماً بأن $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$.
- 3 محلول من $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ تركيزه 0.05 مول/لتر، علماً بأن $(K_b = 3.8 \times 10^{-10})$.

السؤال الرابع:

ما عدد مولات القاعدة القوية Ba(OH)_2 اللازم إذابتها في الماء المقطّر للحصول على محلول حجمه 4 لتر، والرقم الهيدروجيني له يساوي 12؟

السؤال الخامس: أقيم ذاتي: أقرأ كل عبارة من العبارات الآتية، ثم أضع إشارة (✓) في المكان المناسب:

الرقم	العبارة	دائماً	أحياناً	نادراً
1.	أستطيع أن أقارن بين قوة الحموض والقواعد.			
2.	أستطيع أن أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحاليل مائية مختلفة.			
3.	أستطيع التمييز بين المواد المختلفة من حيث خواصها الحمضية، أو القاعدية.			

الكيمياء العضوية: (Organic Chemistry)

(5.2): المركبات العضوية (Organic Compounds):

اعتقد الكيميائيون حتى بدايات القرن التاسع عشر أن المركبات العضوية تؤخذ من الأجسام الحية فقط، ولكن في عام 1829م تمكن فريدريك فوهلر من تحضير اليوريا H_2NCONH_2 في المختبر، ومنذ ذلك الحين قام الكيميائيون بتحضير عدد من المركبات العضوية، ودراسة خصائصها الكيميائية، والفيزيائية. وتعلمت سابقاً الهيدروكربونات، وطريقة تسميتها، وتطبيقاتها الحياتية، وتعرفت إلى بعض المجموعات الوظيفية (Functional Groups) التي تؤثر في خصائص المركب الفيزيائية والكيميائية، ولتذكر هذه المجموعات، نفذ النشاط الآتي:

نشاط (1): أنواع المركبات العضوية:

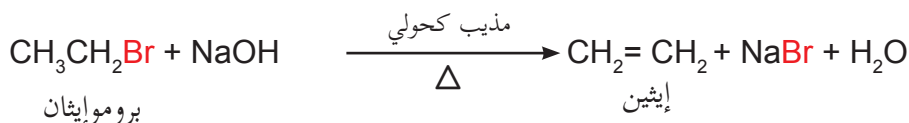
تمعن صيغ المركبات العضوية الظاهرة في الجدول، ثم أكمل الفراغ في خاناته، مستعيناً بكتاب الكيمياء للصف الحادي عشر:

المركب العضوي	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	الاسم النظامي (أيوباك)	مجموعة المركب
CH_3Br	R-X	- X	برومو ميثان	الهاليدات
CH_3OH				
				
				
				

X: (Cl, F, Br, I)

عرفت أن اختلاف المجموعات الوظيفية في المركبات العضوية، يؤدي إلى اختلاف خصائصها الفيزيائية (كدرجة الغليان، والذائبية في الماء...)، فهل تختلف خصائصها الكيميائية تبعاً لذلك؟ وما نوع التفاعلات التي تحكمها؟ تحكم المركبات العضوية تفاعلات كيميائية تُسهم في إنتاجها، والتمييز بينها، ومن أهم هذه التفاعلات: تفاعلات الاستبدال، والإضافة، والحذف، والتأكسد والاختزال، وستتعرف إلى هذه التفاعلات من خلال دراستك الخصائص الكيميائية لهذه المركبات.

أما إذا تم تسخين هاليد الألكيل في الوسط الكحولي، فيتم حذف (HX) من هاليد الألكيل، لينتج الألكين المقابل، كما هو موضَّح في التفاعل الآتي:



سؤال:

أ- أكمل معادلة التفاعل الآتي:



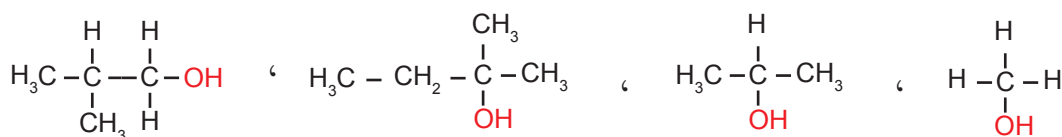
ب- كيف يمكن تحضير 1-بنتين من 1-برومو بنتان؟

(7.2): الكحولات (Alcohols):

تعدّ الكحولات ذات أهمية بالغة في الكيمياء العضوية، ويُعزى ذلك إلى إمكانية تحويلها إلى مركّبات أخرى ذات أهمية اقتصادية عالية، ولتستذكر ما درسته سابقاً عن الكحولات، نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (2): الكحولات:

تمعّن صيغ الكحولات الآتية، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليها:



1 - سمّ الكحولات السابقة حسب نظام الأيوباك.

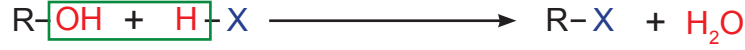
2 - صنّف الكحولات السابقة إلى: أولية، وثانوية، وثالثية، وكحول ميثيلي.

الخواص الكيميائية للكحولات:

تمتاز الكحولات بالصفات الأمفوتيرية؛ لأنها تحوي مجموعة الهيدروكسيل، فتسلك كحموض في الوسط القاعدي؛ نظراً لوجود ذرّة هيدروجين حمضية متصلة بذرّة الأكسجين، وتسلك كقاعدة في الوسط الحمضي؛ نظراً لاحتواء ذرّة الأكسجين على زوجين من الإلكترونات غير الرابطة، فتكون قادرة على استقبال بروتون من الحمض.

ب- تفاعل الكحولات كقواعد:

1 - تتفاعل الكحولات مع الحموض الهالوجينية (HX)، وينتج عن ذلك هاليدات الألكيل، حيث يتم استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة الهيدروكسيل في الكحول، كما في المعادلة العامة الآتية:



حيث X: (Cl أو Br أو I).

■ سؤال:

أكمل معادلة التفاعل الآتي:



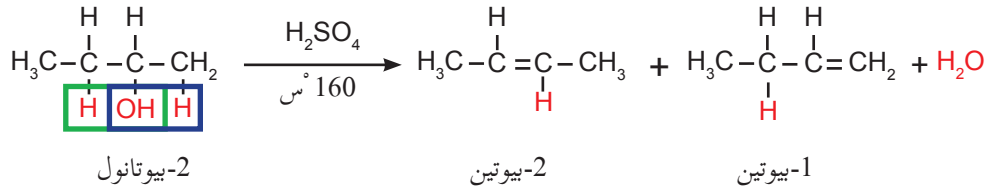
2 - تفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 ، أو حمض الفوسفوريك H_3PO_4 .

يتم خلال هذا التفاعل حذف جزئي الماء (Dehydration)، وتكوين الألكين المقابل، حيث تجري عملية الحذف بتسخين الكحول مع الحمض، وفي الكحولات الثانوية، والثالثية، ينتج عن هذا التفاعل خليطاً من الألكينات.

مثال:

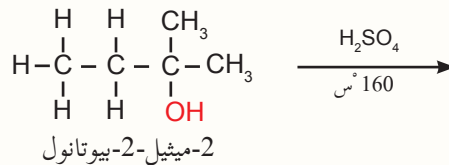
اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل 2-بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركز عند 160°C .

الحل:



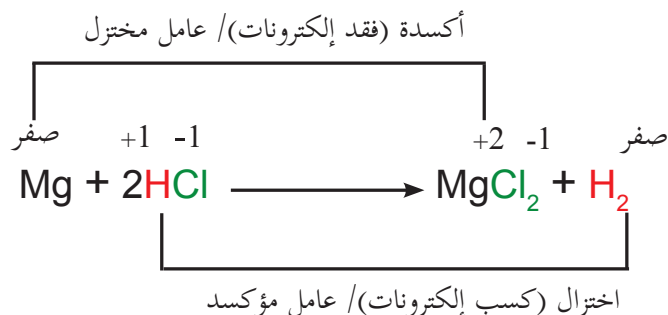
■ سؤال:

أكمل التفاعل الآتي، وسمّ النواتج العضوية:



ج- أكسدة الكحولات:

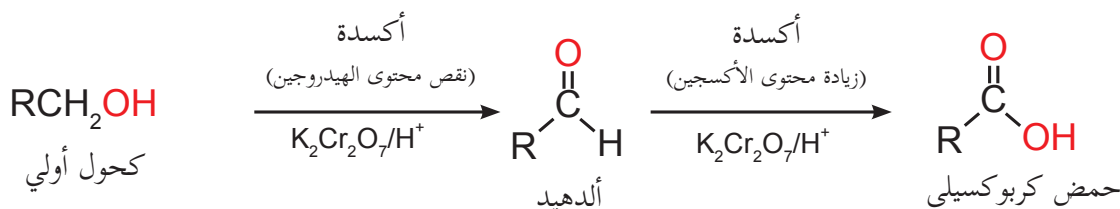
درست في الصف التاسع تفاعلات التأكسد والاختزال، وعلمت أن المادة التي تتأكسد يزداد عدد تأكسدها، وتُسمى (العامل المختزل)؛ لأنها تسبب اختزالاً للمادة الأخرى المتفاعلة معها، والتي تُسمى (العامل المؤكسد)، كما في التفاعل الآتي:



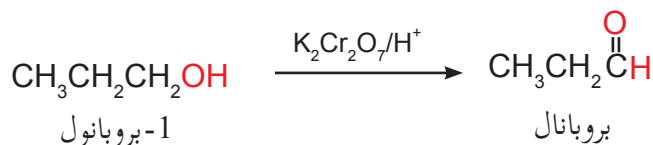
أما في المركبات العضوية، فيمكن تحديد الأكسدة والاختزال، من خلال مقارنة التغيير في محتوى الأكسجين أو الهيدروجين للمركب في التفاعل، فزيادة الأكسجين، أو نقصان الهيدروجين، يدل على التأكسد، في حين يدل نقصان الأكسجين، أو زيادة الهيدروجين على الاختزال.

1- أكسدة الكحولات باستخدام الدايكرومات أو البيرمغنات في وسط حمضي:

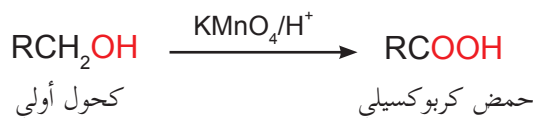
تتأكسد الكحولات الأولية إلى الألدهيدات المقابلة باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، في وسط حمضي، وفي حالة بقاء الألدهيد في المحلول، فإنه يتأكسد بدوره إلى الحمض الكربوكسيلي المقابل، ولا يمكن إيقاف التفاعل عند مرحلة تشكل الألدهيد، بل يستمر ليعطي الحمض الكربوكسيلي المقابل؛ ولذلك لا يمكن تحضير الألدهيدات بهذه الطريقة باستثناء الألدهيدات المتطايرة التي يكون عدد ذرات الكربون فيها من 1-4، حيث تتبخر قبل تأكسدها.



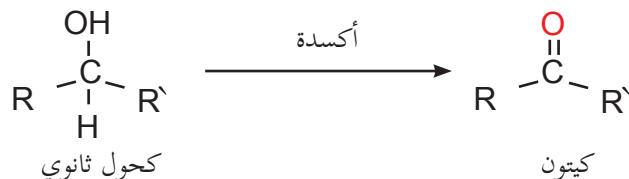
اكتب معادلة كيميائية تُمثل أكسدة 1-بروبانول، باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي.



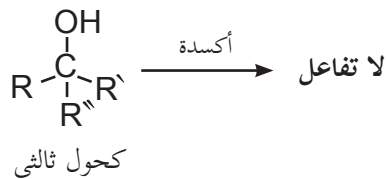
وفي حالة استخدام البيرمغنات في وسط حمضي، فإن الكحول الأولي يتأكسد إلى الحمض الكربوكسيلي المقابل مباشرةً:



أما الكحولات الثانوية فتتأكسد إلى الكيتونات المقابلة، حسب التفاعل العام الآتي:



وأما الكحولات الثالثية، فتقاوم تفاعلات الأكسدة المذكورة في الظروف العادية؛ ولذلك يمكن استخدام تفاعلات أكسدة الكحولات؛ لتمييز الكحولات الأولية والثانوية عن الثالثية؛ حيث يشير تغيير لون محلول العامل المؤكسد على حدوث التفاعل.



نشاط (4): أكسدة الكحولات باستخدام البيرمغنات في وسط حمضي:

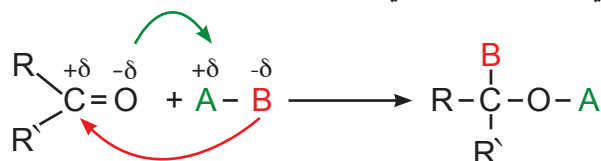
صمّم نشاطاً عملياً، تلاحظ من خلاله أثر إضافة محلول بيرمغنات البوتاسيوم KMnO_4 إلى كحول أولي في الوسط الحمضي.

■ الخواص الكيميائية للألدهيدات والكي-tonات:

تمتاز مجموعة الكربونيل في كل من الألدهيدات والكي-tonات، بأنها مستقطبة جزئياً δ^- δ^+ $\text{C}=\text{O}$ ؛ وذلك بسبب الفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الكربون والأكسجين، وهذا يُفسّر سبب نشاط مركباتها الكيميائي، واستجابتها لتفاعلات الإضافة، والتأكسد والاختزال.

أ- تفاعلات الإضافة:

تعود تفاعلات الإضافة في الألدهيدات والكي-tonات إلى بنية مجموعة الكربونيل غير المشبعة، والحاوية على رابطة تساهمية ثنائية (δ و π)، فهي تستجيب لتفاعلات الإضافة بكسر الرابطة الأضعف (π)، ويتم ذلك بارتباط الجزء السالب من المادة المتفاعلة بذرة كربون مجموعة الكربونيل، كما يرتبط الجزء الموجب من المادة المتفاعلة بذرة أكسجين مجموعة الكربونيل، كما في التفاعل العام الآتي:



ب- تفاعلات الأكسدة:

تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى الحموض الكربوكسيلية المقابلة في الظروف العادية بمعظم العوامل المؤكسدة، حتى الضعيفة منها، في حين تقاوم الكي-tonات بصورة عامة الأكسدة في الظروف العادية؛ لأنها لا تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة بمجموعة الكربونيل، ومن تفاعلات الأكسدة:

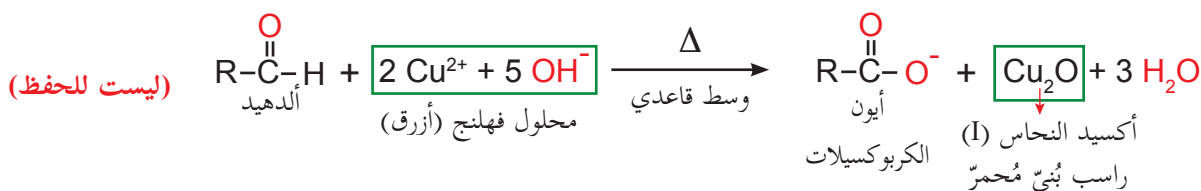
1- الأكسدة بواسطة محلول فهلنج (Fehling's solution):

يُستخدم هذا التفاعل في المختبرات الطبية؛ للكشف عن الجلوكوز، وتقدير كميته في البول؛ لأنّ جزيء الجلوكوز يحتوي على مجموعة ألدهيدية.



محلول فهلنج (للاطلاع)

يتكون محلول فهلنج A من (محلول كبريتات النحاس المائية $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)، ومحلول فهلنج B من (محلول ملح روشل «تترات الصوديوم والبوتاسيوم المائية»، وهيدروكسيد الصوديوم). إنّ العامل المؤكسد الفعّال في هذا المحلول هو أيون النحاس (II) الأزرق Cu^{2+} ، ويترسب على شكل مسحوق بُنيّ محمّر أكسيد النحاس (I) Cu_2O ، في حين يتأكسد الألدهيد إلى أيون الكربوكسيلات المقابل.



وللتعرف إلى كيفية الكشف عن مجموعة الأدهيد في سكر الجلوكوز بواسطة محلول فهلنج، نفذ النشاط الآتي:

نشاط (5): الكشف عن وجود مجموعة الأدهيد في سكر الجلوكوز بواسطة محلول فهلنج:

المواد والأدوات: جلوكوز، وماء مقطر، ومحلول فهلنج A، ومحلول فهلنج B، وأنبوب اختبار، وحامل أنابيب اختبار، وحمّام مائي، أو لهب بنسن، وقطّارات متوسطة، ومخبر مدرج سعته 250 مل.

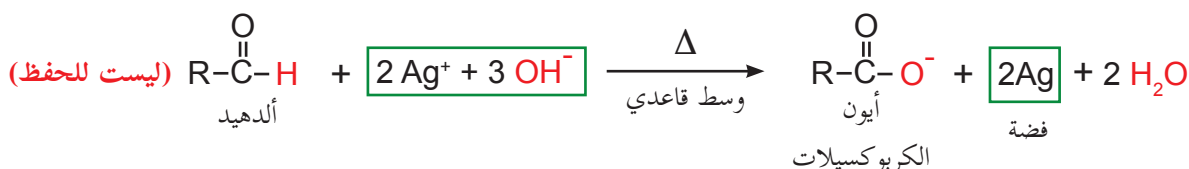


خطوات العمل:

- 1 - ضع (10) مل من الماء المقطر في أنبوب الاختبار، ثم أضف إليه كمية قليلة من سكر الجلوكوز، ورُجّه قليلاً للحصول على محلول سكري.
- 2 - أضف بواسطة قطارتين حجوماً متساوية من محلولي فهلنج إلى الأنبوب. (قطارة لكل محلول من محلولي فهلنج).
- 3 - ضع أنبوب الاختبار في حمّام مائي ساخن، وسجّل ملاحظاتك.

2- الأكسدة بواسطة محلول تولن (Tollen's Solution):

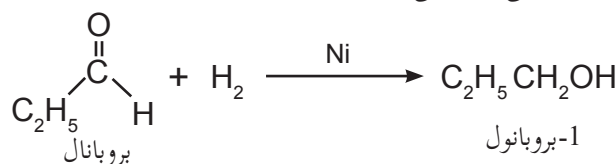
يحتوي محلول تولن على أيونات الفضة في وسط قاعدي من الأمونيا، والعامل المؤكسد في هذا المحلول هو أيون الفضة، وعند تسخين مزيج من محلول تولن والأدهيد يُختزل أيون الفضة إلى معدن الفضة، ويطرسب على جدران وعاء التفاعل مكوناً مرآة فضيية، في حين يتأكسد الأدهيد إلى أيون الكربوكسيلات المقابل:

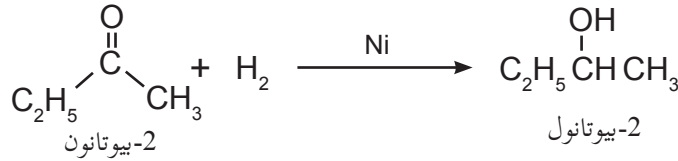


يُستخدم هذا التفاعل في صناعة المرايا، حيث يُستخدم الميثانال لترسيب طبقة الفضة على الزجاج، ويُمكن التمييز بين الأدهيدات والكتونات باستخدام محلول تولن، أو محلول فهلنج؛ لأن الكيتونات لا تتفاعل معهما.

ج. تفاعلات الاختزال:

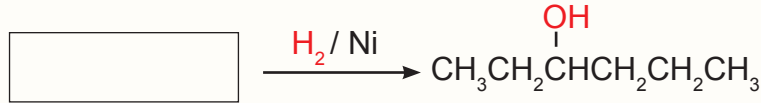
يُمكن اختزال الأدهيدات، والكتونات بتحويلها إلى الكحولات الأولية والثانوية على التوالي بالهدرجة الحفزية (H₂/Ni)، كما في المعادلتين الآتيتين:





سؤال:

ما صيغة المادة المتفاعلة؟ وما الاسم النظامي لها في التفاعل الآتي:



(9.2): الحموض الكربوكسيلية (Carboxylic Acids):

تتميز الحموض الكربوكسيلية بوجود مجموعة الكربوكسيل ($-\text{COOH}$)، التي تتكون من مجموعتي الهيدروكسيل ($-\text{OH}$) والكربونيل ($\text{C}=\text{O}$)، والصيغة العامة لها هي RCOOH ، ومن أشهر الحموض الكربوكسيلية حمض الإيثانويك، وهو سائل عديم اللون، رائحته نفاذة، ويُحضّر من أكسدة الإيثانول الناتج من عملية التخمر (أو المُصنّع بطرقٍ أخرى)، ويُستعمل في المأكولات، وحفظ اللحوم، والأسماك المعلّبة، وصناعة دباغة الجلود، وصناعة النسيج، وبعض المستحضرات الصيدلانية.

يُسمّى حمض الميثانويك



لأنه يوجد في إفرازات غدد بعض أنواع النمل، وهو السبب في التهيجات التي تحدثها لسعات النمل في الجلد، وهو سائل عديم اللون، له رائحة نفاذة، وطعم لاذع، ويُستخدم في صناعة النسيج.

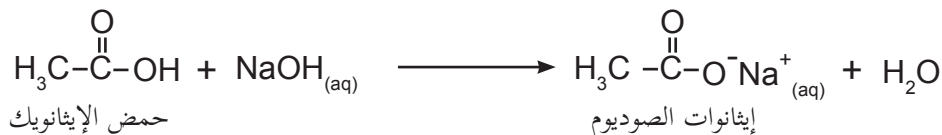


الخواص الكيميائية للحموض الكربوكسيلية:

أ- تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع القواعد، والفلزات النشطة:

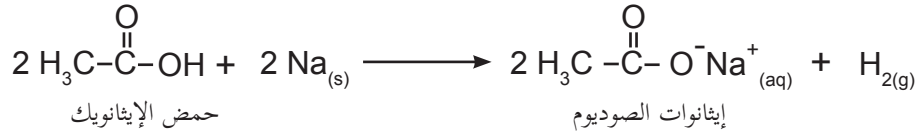
تتفاعل الحموض الكربوكسيلية (جميعها حموض ضعيفة) مع القواعد القوية، والضعيفة، والفلزات النشطة مكونة أملاحها كالاتي:

1 - تفاعلها مع القواعد القوية:

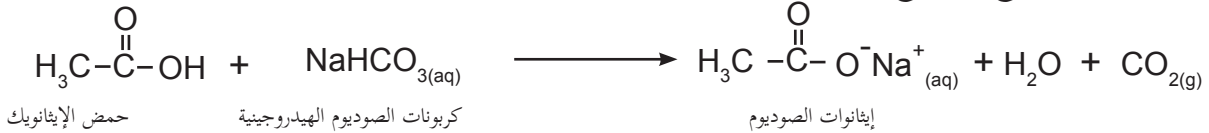


2 - تفاعلها مع الفلزات النشطة:

تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم، ويُعزى ذلك إلى وجود ذرة H الحامضية في مجموعة الكربوكسيل، حيث يتصاعد غاز الهيدروجين كدلالة على حدوث التفاعل.



3 - تفاعلها مع الأملاح القاعدية:



نشاط (6): تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الأملاح القاعدية:

المواد والأدوات: محلول حمض الإيثانويك (الأستيك) CH_3COOH ، وكربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO_3 ، وصابون سائل، وكأس زجاجي سعته 250 مل.



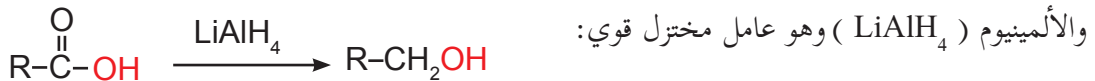
خطوات العمل:



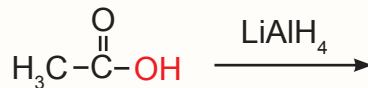
- 1 - أضف حوالي 100 مل من محلول حمض الأستيك إلى الكأس الزجاجي.
- 2 - أضف بضع قطرات من الصابون السائل إلى الكأس الزجاجي.
- 3 - أضف ملعقة صغيرة من كربونات الصوديوم الهيدروجينية إلى الكأس، وسجّل ملاحظاتك.

ب- اختزال الحموض الكربوكسيلية:

تُختزل الحموض الكربوكسيلية بسهولة إلى الكحولات الأولية المقابلة مباشرة، باستخدام هيدريد الليثيوم



■ **سؤال:** اكتب الناتج العضوي في التفاعل الآتي:





أختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

- 1) ماذا ينتج عن أكسدة الميثانال في الظروف المناسبة؟
 (أ) ميثانول. (ب) إيثان. (ج) أسيتون. (د) حمض الميثانويك.
- 2) ماذا ينتج عن أكسدة الكحولات الأولية باستخدام بيرمنغنات البوتاسيوم في الوسط الحمضي؟
 (أ) ألدهيد. (ب) حمض كربوكسيلي. (ج) كيتون. (د) هاليد ألكيل.
- 3) ما المركب الذي يختزل كاشف تولين؟
 (أ) البروبانول. (ب) الإيثانال. (ج) الإيثانول. (د) حمض الإيثانويك.
- 4) ماذا ينتج عن اختزال الكيتونات؟
 (أ) الكحولات الأولية. (ب) الكحولات الثانوية. (ج) الكحولات الثالثية. (د) الألدهيدات.
- 5) ما المجموعة الوظيفية التي تميز الألدهيد والكيتون؟
 (أ) $\text{C}=\text{O}$ (ب) NH_2 (ج) COOH (د) OH

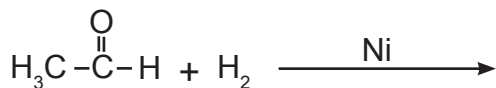
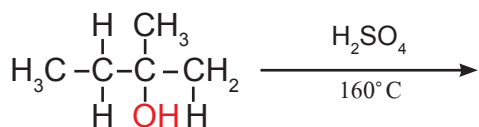
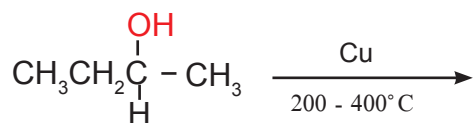
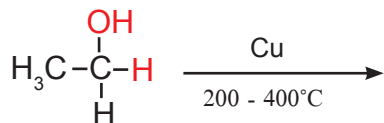
السؤال الثاني: عبّر بالمعادلات الكيميائية عن كل من التفاعلات الآتية، وسمّ المركبات العضوية الناتجة:

1) أكسدة 1-بروبانول باستخدام دايكرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ في وسط حمضي.

2) اختزال حمض الإيثانويك باستخدام هيدريد ليثيوم ألومنيوم LiAlH_4 .

3) تفاعل كلورو إيثان مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH في وسط مائي.

السؤال الثالث: أكمل المعادلات الآتية بكتابة الناتج العضوي المناسب، وسمّه:



اختبار الفترة الثانية

الحموض والقواعد والكيمياء العضوية

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

- 1 ما القاعدة الملازمة للحمض HC_2O_4^- ؟
- (أ) $\text{HC}_2\text{O}_4^{2-}$ (ب) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (ج) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (د) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4^-$
- 2 ما قيمة pH للمحلول المائي الذي $[\text{OH}^-]$ فيه $= 1 \times 10^{-4}$ ؟
- (أ) 10 (ب) 4 (ج) 10^{-4} (د) 10^{-10}
- 3 ما المجموعة الوظيفية في الحموض الكربوكسيلية؟
- (أ) -OH (ب) $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ (ج) $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ (د) -COOH
- 4 ما المادة التي تختزل الحموض الكربوكسيلية إلى الكحولات الأولية مباشرة؟
- (أ) H_2 (ب) LiAlH_4 (ج) MnO_4^- (د) Cu
- 5 ما ناتج إضافة قاعدة قوية إلى هاليدات الألكيل في الوسط الكحولي؟
- (أ) ألكين. (ب) كحول. (ج) ألكان. (د) ألدهايد.

السؤال الثاني: وضح المقصود بالمصطلحات الآتية:

قاعدة أرهينيوس، الحموض الضعيفة، أكسدة المركبات العضوية.

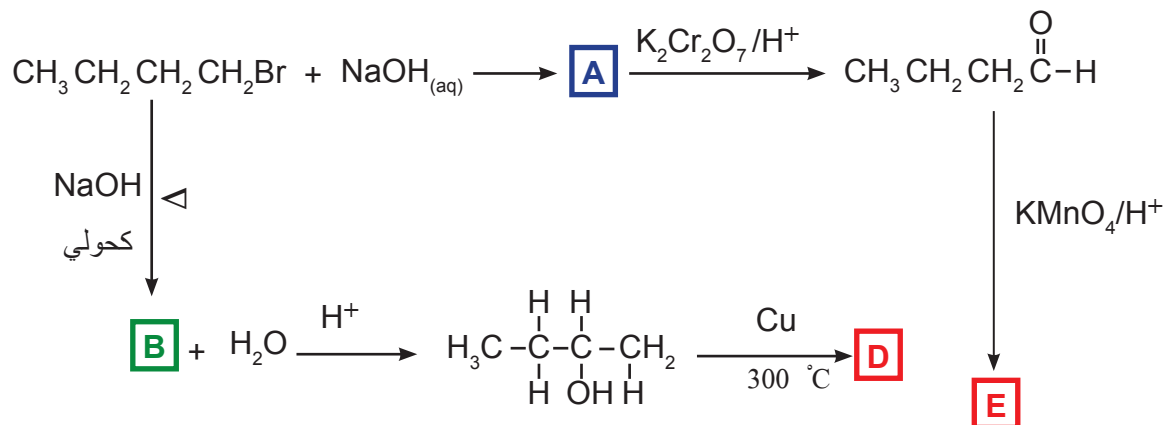
السؤال الثالث:

الحمض	ثابت التأيين K_a
HA	8.6×10^{-4}
HB	6×10^{-4}
HC	4×10^{-6}
HD	6×10^{-5}

اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبين قيم ثابت التأيين لمجموعة من الحموض الافتراضية الضعيفة المتساوية في التركيز:

- 1 أي من محاليل هذه الحموض له أقل قيمة pH ؟
- 2 حدّد الزوجين المتلازمين من الحمض والقاعدة عند تفاعل حمض HD مع الماء.
- 3 احسب $[\text{OH}^-]$ في محلول HC، تركيزه 0.4 مول/لتر.

السؤال الرابع: ادرس المخطط الآتي، واكتب صيغ وأسماء المركبات العضوية المشار إليها بالحروف (A,B,C,D,E) الواردة في المخطط الآتي:



السؤال الخامس:

بيّن بمعادلات كيميائية كيف يمكنك التمييز بين كل مما يأتي:

- ① ع-بروبان، و1-بروبانول.
- ② 2-بروبانول، و2-ميثيل-2-بروبانول.
- ③ الإيثانال، والبروبانول (الأسيتون).
- ④ حمض الإيثانويك، والهكسان.

انتهت الأسئلة