



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 | moehe.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): التآين 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 والكيّتونات
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 تمثل تفاعلات المركّبات العضوية.

● استنتاج نواتج تفاعلات بعض المركّبات العضوية عملياً.

● التمييز مخبرياً بين بعض المركّبات العضوية المختلفة.



(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، ولنتذكر ذلك، نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (1): بعض الخواص العامة للحموض والقواعد:

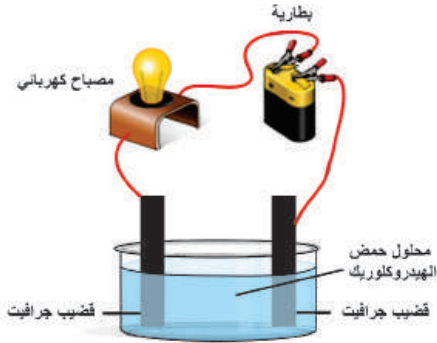
المواد والأدوات: هيدروكسيد الصوديوم NaOH، ومحلول حمض الهيدروكلوريك HCl بتركيز 0.5 مول/لتر، ومحلول كاشف دوار الشمس، وقطعة مغنيسيوم، وقضبان جرافيت، وماء مقطر، وأسلاك توصيل، وكؤوس زجاجية، وأنبوب اختبار، ومصباح كهربائي، وبطارية 9 فولت أو محوّل كهربائي، ومخبر مدرّج، وقطّارة، وميزان إلكتروني حساس.



خطوات العمل:



- 1 - أذب 1 غم من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجي يحوي 50 مل ماء مقطر.
- 2 - ضع 20 مل من محلول 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 المخفف، ثم أضف إليه قطعة من المغنيسيوم Mg، ماذا تلاحظ؟ اكتب معادلة التفاعل الحاصل في الأنبوب.
- 5 - ضع قطبي الجرافيت في محلول HCl، وصلهما بمكونات الدارة الكهربائية، كما في الشكل المجاور، ماذا تلاحظ؟ فسّر مشاهداتك.
- 6 - كرر الخطوة (5) في محلول 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؟



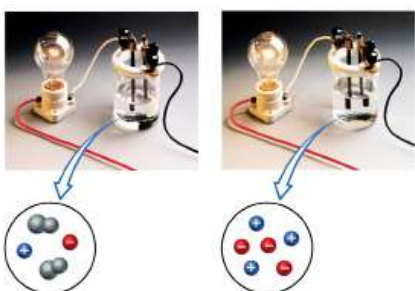
ولكنّ السؤال: هل لجميع محاليل الحموض والقواعد المتساوية في التركيز، درجة التوصيل الكهربائي نفسها؟ لتجيب عن هذا السؤال، نفّذ النشاط الآتي:

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 كلّ 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 كلّاً منهما على النحو الآتي:

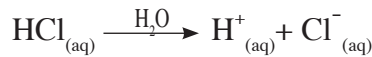


الحمض: المادة التي تذوب في الماء، فتزيد من تركيز أيونات الهيدروجين H^+ فيه.

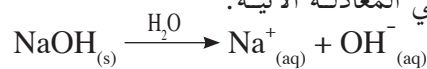
القاعدة: المادة التي تذوب في الماء، فتزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- فيه.

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:



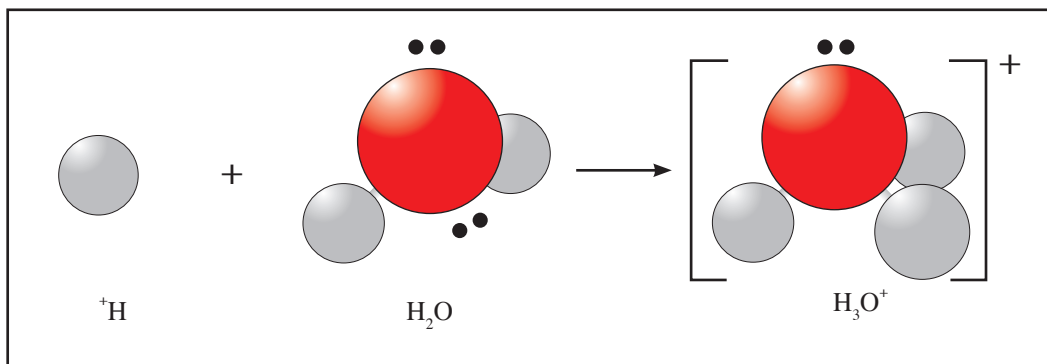
■ سؤال:

اكتب معادلة كيميائية تمثل 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، وكثافته شحنته الموجبة عالية جداً، فلا يتواجد حرّاً 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^+

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.

ولتتعرف 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.

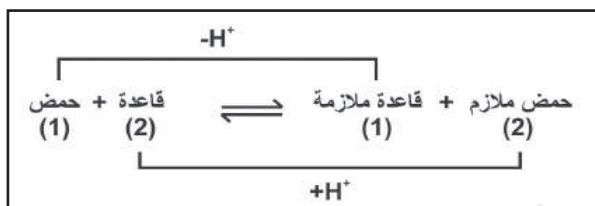


الحل:

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_2O و H_3O^+ 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:

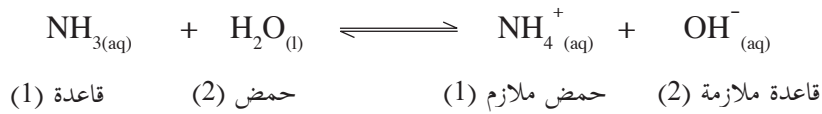


مثال (2):

يُوضّح 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.

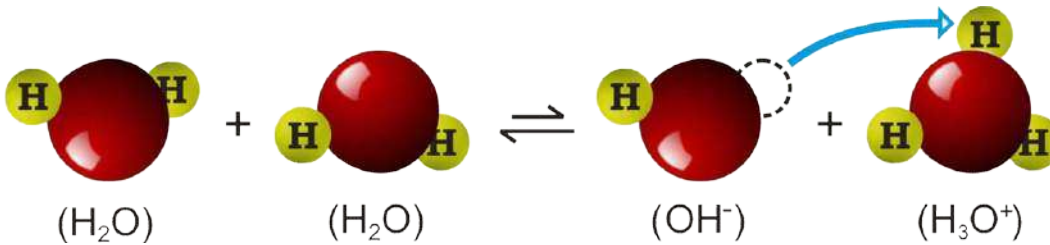
لماذا يمتلك الماء صفة أمفوتيرية؟



(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.

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



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 تتبّع المثالين الآتيين:

مثال (1):

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

الحل:

الحموض القوية الشائعة
HClO_4
H_2SO_4
HI
HCl
HNO_3
HBr

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



0.5 مول/لتر

صفر

صفر

التركيز قبل التأين

صفر

0.5 مول/لتر

0.5 مول/لتر

التركيز بعد التأين

بما أنّ تركيز أيونات $[\text{H}_3\text{O}^+]$ القادم من التأين الذاتي للماء $= 1 \times 10^{-7}$ 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:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.5} = 2 \times 10^{-14} \text{ مول/لتر.}$$

مثال (2):

احسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ 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.

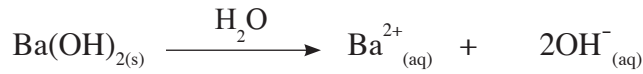
1 لتر = 1000 مل

1 سم³ = 1 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 0.2
التركيز بعد التأين 0.2 0.2×2 صفر

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، اتُفقَ 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:

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحسابية.

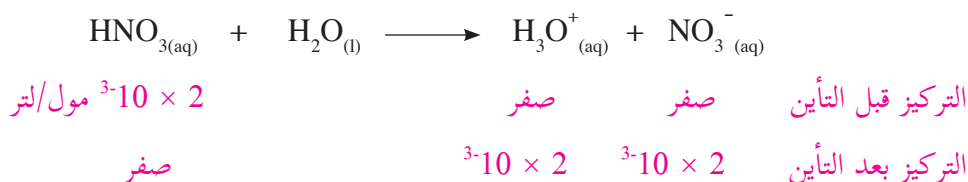
- 1 - الماء المقطر عند 25 °س.
- 2 - محلول حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر.

الحل:

1. عرفت سابقاً أن $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ 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:



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

مثال (2):

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

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

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

جد تركيز أيونات H_3O^+ ؟



$$pH = -\log [H_3O^+] \text{، وهذا يعني أن } [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

$$[H_3O^+] = 10^{-4.6} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر.}$$

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؟

نشاط (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 - قدّر الرقم الهيدروجيني لكل من الصابون السائل والدم؟
- 2 - قدّر 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 قِماً 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:

يقل $[H_3O^+]$ 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 التأيّن لبعض الحموض الضعيفة عند 25 °س

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

* (قيم K_a ليست للحفظ)

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

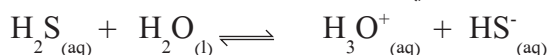
- 1 - أيّ الحموض هو الأقوى؟ وأيّها هو الأضعف؟
 - 2 - اكتب الأزواج المتلازمة من الحمض والقاعدة في معادلة تأيّن حمض الهيوكلوروز HClO في الماء.
 - 3 - أيّ محاليل الحموض المدرجة في الجدول والمتساوية في التركيز يكون $[\text{H}_3\text{O}^+]$ فيه هو الأعلى؟
 - 4 - أيّ محاليل الحموض المتساوية في التركيز رقمه الهيدروجيني pH هو الأعلى؟ فسّر إجابتك.
- يتم حساب قيمة ثابت تأيّن 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 وُجد أنّ قيمة pH لمحلول منه تركيزه 0.1 مول/لتر تساوي 4.

الحل:

نكتب معادلة تفكك (تأيّن) الحمض H_2S في الماء.



$$4 = \text{pH} , \text{ إذن } 10^{-4} \times 1 = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ مول/لتر}.$$

$$\text{وبما أن } 10^{-4} \times 1 = [\text{HS}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+].$$

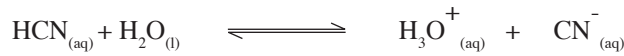
$$10^{-7} \times 1 = \frac{(10^{-4} \times 1)^2}{0.01} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = K_a$$

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

-س

+س

+س

التغير في التركيز

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

$$0.5 - 0.5 \approx \text{س}$$

س

س

التركيز عند الاتزان

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} = K_a \text{ من المعادلة}$$

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

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

$$\text{س} = 1.45 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{لو } 1.45 \times 10^{-5} = 4.84$$

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

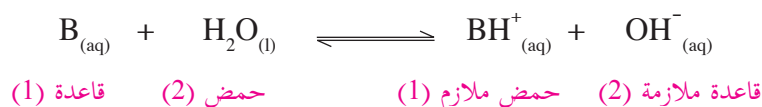


سؤال:

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.

الجدول (2-2): بعض القواعد الضعيفة، وقيم ثابت تأينها عند 25 °س

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

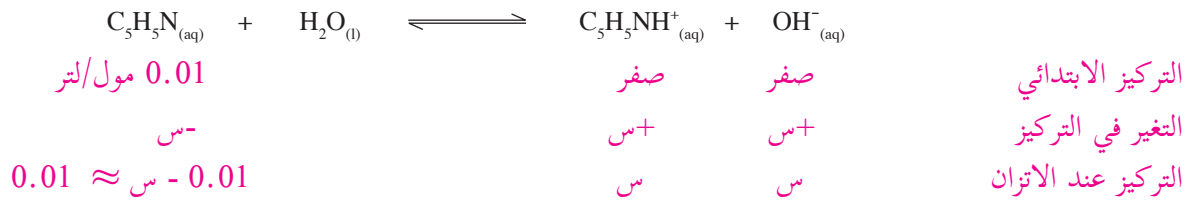
* (قيم K_b ليست للحفظ)

وللتعرف 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 1.4×10^{-9} .

يتأين البريدين في الماء حسب المعادلة الآتية:



بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية
في تطبيقاتك الحاسوبية.

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

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

$$\text{س}^2 = 0.01 \times 1.4 \times 10^{-9} = 1.4 \times 10^{-11} \quad \leftarrow \quad \text{س} = \sqrt{1.4 \times 10^{-11}} = 3.74 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر.}$$

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] = [\text{OH}^-] = 3.74 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر.}$$

$$\text{pH} = -\text{لو} = -(\log 2.67 \times 10^{-9}) = 8.57 \quad \leftarrow \quad \text{س} = 2.67 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر.} \quad \frac{1.4 \times 10^{-9} \times 1}{3.74 \times 10^{-6}} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3.74 \times 10^{-6}$$

مثال (2):

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



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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10} \text{ مول/لتر.} \quad \leftarrow \quad [\text{OH}^-] = \frac{1.4 \times 10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} = 1.4 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر.}$$

$$1.4 \times 10^{-6} \times 1 = \frac{(1.4 \times 10^{-4} \times 1)}{[\text{B}]} = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{0.01} = K_b$$

■ سؤال: من خلال المثالين السابقين، أجب عما يأتي:

- 1 - أيّ القاعدتين أقوى، البريدين أم القاعدة B ؟ فسر 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 أرهينوس أو قواعد؟
 (أ) HNO_3 (ب) HF (ج) NH_3 (د) LiOH
- 2) أيُّ المواد الآتية يسلك كحمض وكقاعدة حسب مفهوم برونستد - لوري (يمتلك 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 أرهينوس، 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:

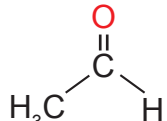
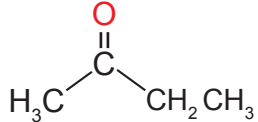
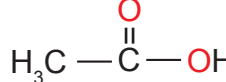
الرقم	العبارة	دائماً	أحياناً	نادراً
1.	أستطيع أن أقارن بين قوة الحموض والقواعد.			
2.	أستطيع أن أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحاليل مائية مختلفة.			
3.	أستطيع التمييز بين المواد المختلفة من حيث خواصها الحمضية، أو القاعدية.			

(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، نفّذ 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 تسهم 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.

(6.2): هاليدات الألكيل (Alkyl Halides):

درست سابقاً أن الهاليدات مركّبات عضوية تحوي ذرّة هالوجين أو أكثر، مرتبطة بذرّة، أو بعدة ذرّات كربون في السلسلة الهيدروكربونية، وأنها تُستخدم في صناعة المبيدات الحشرية، وفي صناعة بعض أواني الطبخ التي لا يلصق بها الطعام (مادة التفلون)، وفي مجال الطب في عمليات التخدير، وفي التنظيف الجاف، كما تُستخدم كغازات في أنابيب التبريد، وفي صناعة بعض المواد البلاستيكية.

صیغة هالید المیشیل



تُصنّف هاليدات الألكيل حسب عدد مجموعات الألكيل (R-) المتصلة بذرة الكربون المرتبطة بشكل مباشر مع ذرة الهالوجين (X) إلى: هاليدات الميثيل، وهاليدات ألكيل أولية، وثانوية، وثالثية.

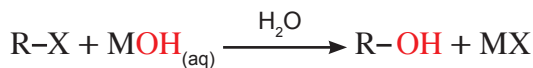
■ سؤال:

ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

- 1) ھاليد ثالثي. 2) برومو-4-كلورو ھڪسان. 3) 2،3-ثنائي فلورو-2-ميثيل بنتان.

■ الخواص الكيميائية لهاليدات الألكيل:

سنقتصر في هذا البند على دراسة بعض الخصائص الكيميائية لهاليدات الميثيل، وهاليدات الألكيل الأولية فقط، حيث تمتاز هاليدات الألكيل بوجود الرابطة ($\text{C}-\text{X}$) القطبية التي ترتبط فيها ذرة الكربون مع ذرة الهالوجين عالية الكهروسالبية نسبياً، وهذا بدوره يجعل من هاليدات الألكيل وخاصةً الأولية، وهاليدات الميثيل، تتفاعل مع المجموعات (الأيونات) الغنية بالإلكترونات، كتفاعلها مع هيدروكسيدات الفلزات القلوية، حيث ينتج عن هذا التفاعل الكحولات المقابلة إذا تم التفاعل في الوسط المائي، كما في المعادلة العامة الآتية:

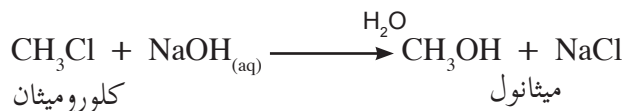


حيث $X: (I, Br, Cl)$ ، و $M: (Li, Na, K, \dots)$.

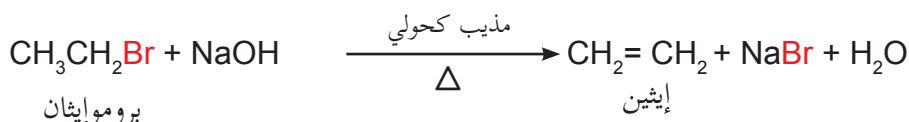
مثال:

اكتب معادلة تفاعل كلورو ميثان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي.

الحل:



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:



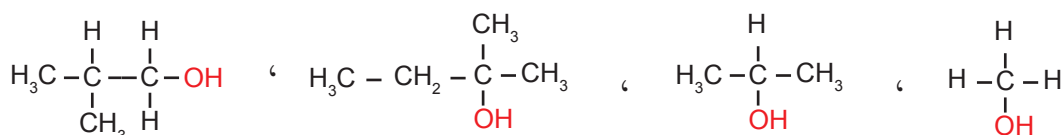
ب۔ کیف ممکن تحضير 1-بنتین من 1-برومو بنتان؟

(7.2): الكحولات (Alcohols):

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

نشاط (2): الكحوليات:

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



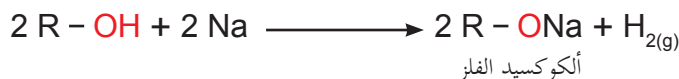
1 - سَمَّ الكحولات السابقة حسب نظام الأيوباك.

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 ذرة هيدروجين حمضية متصلة بذرة الأكسجين، وتسلك كقاعدة في الوسط الحمضي؛ نظراً لاحتواء ذرة الأكسجين على زوجين من الإلكترونات غير الرابطة، فتكون قادرة على استقبال بروتون من الحمض.

تتميز الكحولات بخواص حمضية ضعيفة، ويُعزى ظهور هذه الخواص إلى ارتباط ذرة الهيدروجين بذرة الأكسجين برابطة قطبية تجعل زوج الإلكترونات المشترك في الرابطة ينحاز قليلاً نحو الأكسجين، ولذلك تتفاعل مع الفلزات النشطة مثل عُصرَي: Na و K حيث ينتج ألكوكسيد الفلز، ويتصاعد غاز الهيدروجين، كما في التفاعل العام الآتي:



اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل الإيثانول مع عنصر الصوديوم.

$$2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_{2(g)}$$

إيثانول إيثوكسيد الصوديوم

ويمكن استخدام هذا التفاعل للتمييز بين الكحوليات والألكانات، ولتتبع ذلك، نفذ النشاط الآتي:

المواد والادوات: قطعة صغيرة بحجم حبة العدس من الصوديوم، وإيثانول، وهكسان، وأنايب اختبار عدد 2، وسدادة فلين عدد 2، وأعواد ثقاب.

احتياطات السلامة العامة:

- يتفاعل الصوديوم مع الماء بشدة، ولذلك يجب أخذ الحيلة والحذر عند التعامل مع الصوديوم وأثناء التسخين
- الإيثانول مادة قابلة للإشتعال ولذلك يجب أخذ الحذر عند إشعال أعواد الثقاب بالقرب منه.

- 1 - ضع في أحد أنبوبي الاختبار 2 مل من الإيثانول.
- 2 - أضف إليه قطعة الصوديوم.
- 3 - أغلق الأنبوب بسدادة فلين، ماذا تلاحظ؟
- 4 - افتح الأنبوب، وقرب من فوهته عود ثقاب مشتعلًا، ماذا تلاحظ؟
- 5 - أعد خطوات النشاط باستخدام الهكسان بدل الإيثانول، ماذا تلاحظ؟

اكتب معادلة التفاعل الحاصل. وما اسم المادة الناتجة من هذا التفاعل؟

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:



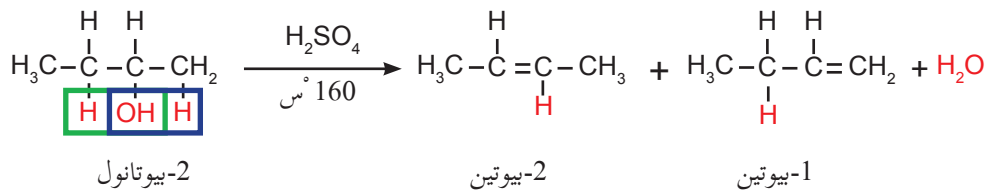
2 - تفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 ، أو حمض الفوسفوريك H_3PO_4 .

يتم خلال هذا التفاعل حذف جزيء 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:

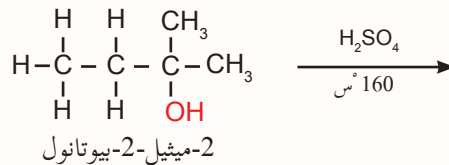
اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل 2-بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركز عند 160 °س.

الحل:



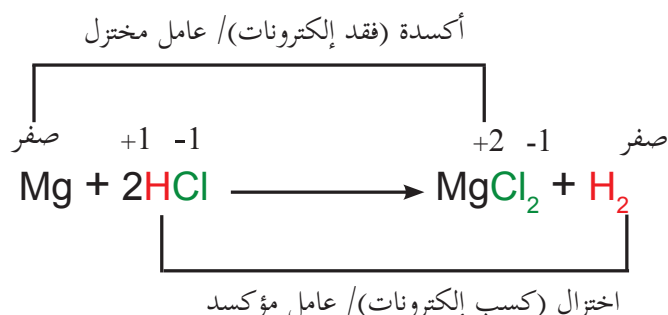
■ سؤال:

أكمل التفاعل الآتي، وسمّ النواتج العضوية:



ج- أكسدة الكحولات:

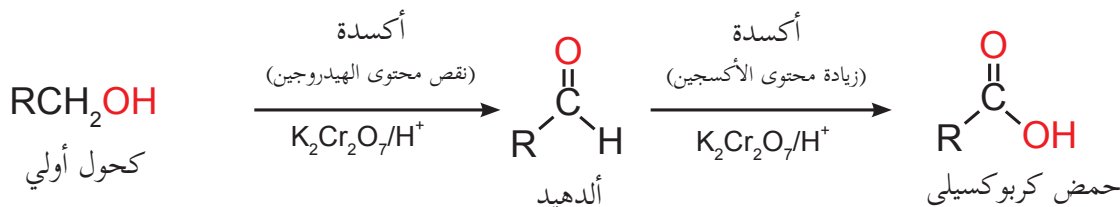
درست في الصف التاسع تفاعلات التأكسد والاختزال، وعلمت أن المادة التي تتأكسد يزداد عدد تأكسدها، وتُسمى (العامل المختزل)؛ لأنها تسبب اختزالاً للمادة الأخرى المتفاعلة معها، والتي تُسمى (العامل المؤكسد)، كما في التفاعل الآتي:



أما في المركبات العضوية، فيمكن تحديد الأكسدة والاختزال، من خلال مقارنة التغير 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.

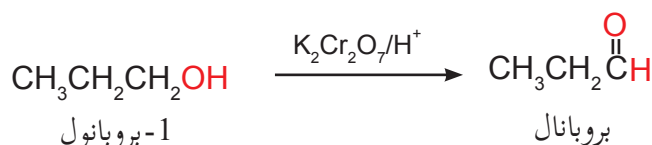
1- أكسدة الكحولات باستخدام الدايمرومات أو البيرومغنات في وسط حمضي:

تتأكسد الكحولات الأولية إلى الألدهيدات المقابلة باستخدام محلول دايمرومات 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.

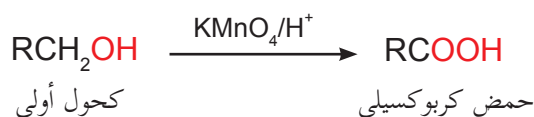


اكتب معادلة كيميائية تُمثّل أكسدة 1-بروبانول، باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي.

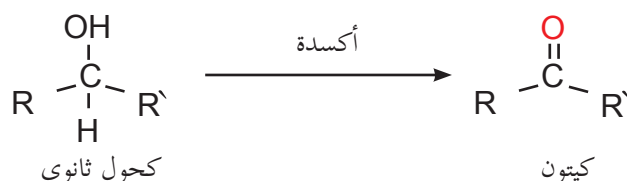
الحل:



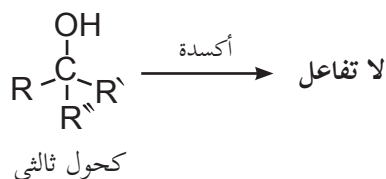
وفي حالة استخدام البيرمغنات في وسط حمضي، فإن الكحول الأولي يتأكسد إلى الحمض الكربوكسيلي المقابل مباشرةً:



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:

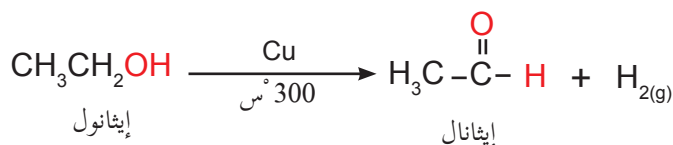
صمّم نشاطاً عملياً، تلاحظ من خلاله أثر إضافة محلول بيرمغنات البوتاسيوم KMnO_4 إلى كحول أولي في الوسط الحمضي.

2- الأكسدة بنزع الهيدروجين من الكحولات عند تمرير أبخرة الكحولات على مسحوق النحاس عند درجة حرارة (200 - 400°س)، وينتج عن ذلك الألدهيدات إذا كانت الكحولات أولية، بينما تنتج الكيتونات من أكسدة الكحولات الثانوية.

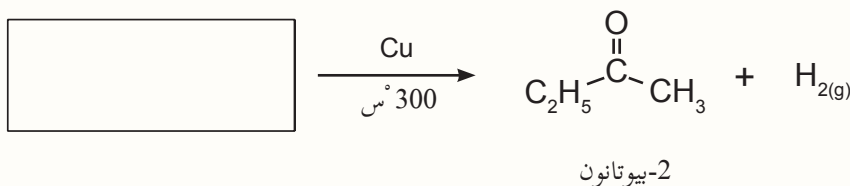
مثال:

اكتب معادلة كيميائية تمثل أكسدة الإيثانول بتمرير بخاره على مسحوق النحاس عند درجة 300 °س.

الحل:



سؤال: ما صيغة المادة المتفاعلة، وما اسمها النظامي في التفاعل الآتي؟



(8.2): الألدهيدات والكيئونات (Aldehydes and Ketones):

تتميز الألدهيدات والكي-tonات بوجود مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O)، التي تكون على طرف السلسلة في الألدهيدات، وصيغتها العامة $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$. أما الصيغة العامة للكي-tonات فهي $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}'$ حيث ترتبط مجموعة الكربونيل في الكي-tonات بمجموعتي ألكيل متماثلتين، أو غير متماثلتين (R و R').

يعدّ الميثانال $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ من أشهر الألدهيدات، ويُستخدم محلوله المائي المعروف بالفورمالين (40%) في حفظ الأنسجة الحيّة من التحلل؛ بسبب قدرته على منع نمو البكتيريا وتكاثرها، ويُستخدم أيضاً في صناعات كثيرة، أهمها الميلامين، حيث يُكوّن مبلّماً مع الفينول.

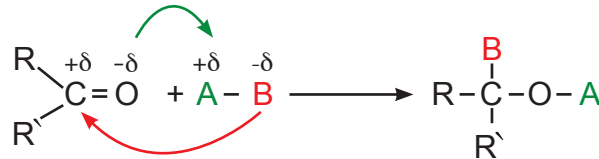
ومن أشهر الكيتونات البروبانون (الأسيتون)، وهو سائل عديم اللون، يمتاز بطعم لاذع، ورائحة مميزة، ويذوب في الماء بجميع النسب، ويستخدم في إزالة طلاء الأظافر؛ بسبب قدرته على إذابة الأصباغ الكيميائية المستخدمة في صناعة الطلاء، إضافة إلى سرعة تطايره؛ ما يُسهّل التخلص منه. ويُعدّ المادة الأولية في صناعة المبلّرات البلاستيكية وصناعة الورنيش.

■ 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، والحاجة على رابطة تساهمية ثنائية (π و δ)، 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:

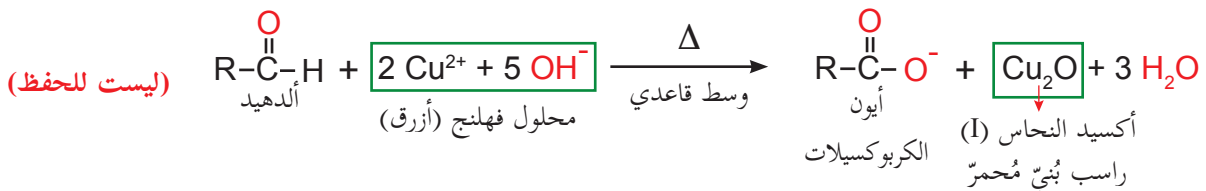
1- الأكسدة بواسطة محلول فهلنج (Fehling's solution):

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+} ، ويترسّب على شكل مسحوق بُنيّ محمّر أكسيد النحاس (I) Cu_2O ، في حين يتأكسد الألدهيد إلى أيون الكربوكسيلات المقابل.



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

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

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



خطوات العمل:



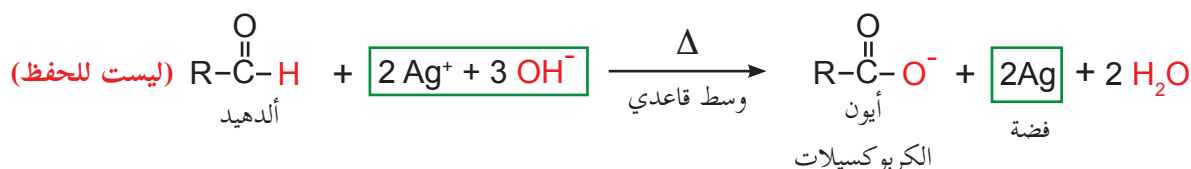
1 - ضع (10) مل من الماء المقطر في أنبوب الاختبار، ثم أضف إليه كمية قليلة من سكر الجلوكوز، ورُجّه قليلاً للحصول على محلول سكري.

2 - أضف بواسطة قطارتين حجوماً متساوية من محلولي فهلنج إلى الأنبوب. (قطارة لكل محلول من محلولي فهلنج).

3 - ضع أنبوب الاختبار في حمام مائي ساخن، وسجل ملاحظاتك.

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

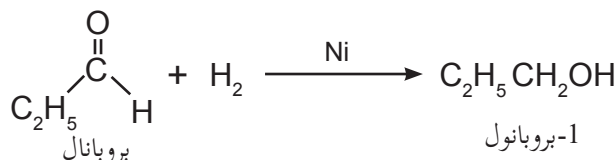
يحتوي محلول تولن على أيونات الفضة في وسط قاعدي من الأمونيا، والعامل المؤكسد في هذا المحلول هو أيون الفضة، وعند تسخين مزيج من محلول تولن وألدheid يُختزل أيون الفضة إلى معدن الفضة، ويطرسب على جدران وعاء التفاعل مكوناً مرآة فضيَّة، في حين يتأكسد الألدheid إلى أيون الكربوكسيلات المقابل:

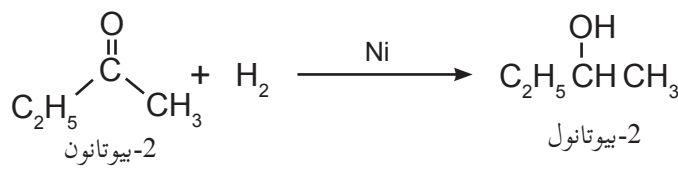


يُستخدم هذا التفاعل في صناعة المرايا، حيث يُستخدم الميثانال لترسيب طبقة الفضة على الزجاج، ويُمكن التمييز بين الألدheids والكيٲونات باستخدام محلول تولن، أو محلول فهلنج؛ لأن الكيٲونات لا تتفاعل معهما.

ج. تفاعلات الاختزال:

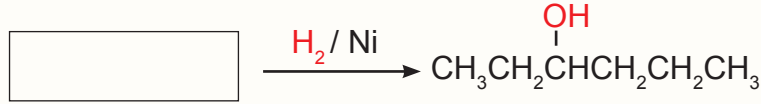
يُمكن اختزال الألدheids، والكيٲونات بتحويلها إلى الكحولات الأولية والثانوية على التوالي بالهدرجة الحفزية (H₂/Ni)، كما في المعادلتين الآتيتين:





■ سؤال:

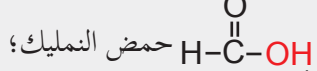
ما صيغة المادة المتفاعلة؟ وما الاسم النظامي لها في التفاعل الآتي:



(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، ويُحضر من أكسدة الإيثانول الناتج من عملية التخمر (أو المُصنَّع بطرقٍ أخرى)، ويُستعمل في المأكولات، وحفظ اللحوم، والأسماك المعلَّبة، وصناعة دباغة الجلود، وصناعة النسيج، وبعض المستحضرات الصيدلانية.

يُسمَّى 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.

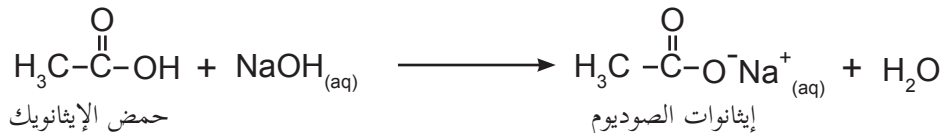


■ الخواص الكيميائية للحموض الكربوكسيلية:

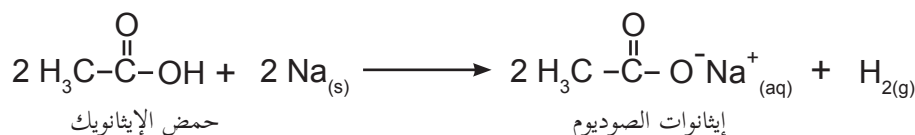
أ- تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع القواعد، والفلزات النشطة:

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

1 - تفاعلها مع القواعد القوية:



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.


$$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH} + \text{NaHCO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}^-\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_{2(\text{g})}$$

حمض الإيثانويك كربونات الصوديوم الهيدروجينية إيثانوات الصوديوم

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



خطوات العمل:

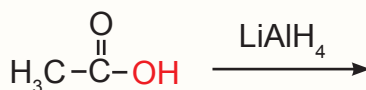
- 1- أضف حوالي 100 مل من محلول حمض الأسيتيك إلى الكأس الزجاجي.
- 2- أضف بضعة قطرات من الصابون السائل إلى الكأس الزجاجي.
- 3- أضف ملعقة صغيرة من كربونات الصوديوم الهيدروجينية إلى الكأس، وسجل ملاحظتك.

ب- اختزال الحموض الكربوكسيلية:

تُختزل الحموض الكربوكسيلية بسهولة إلى الكحولات الأولية المقابلة مباشرة، باستخدام هيدريد الليثيوم والألمينيوم (LiAlH_4) وهو عامل مختزل قوي:



■ 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

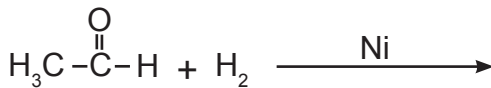
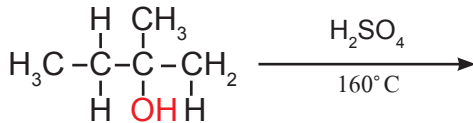
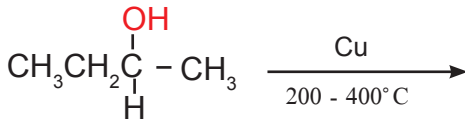
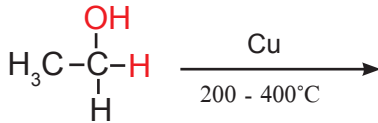
السؤال الثاني: عبّر بالمعادلات الكيميائية عن كل من التفاعلات الآتية، وسمّ المركبات العضوية الناتجة:

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 1×10^{-4} ؟
 (أ) 10 (ب) 4 (ج) 10^{-4} (د) 10^{-10}
- 3) ما المجموعة الوظيفية في الحموض الكربوكسيلية؟
 (أ) -OH (ب) $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-$ (ج) $-\text{C}(=\text{O})-$ (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.

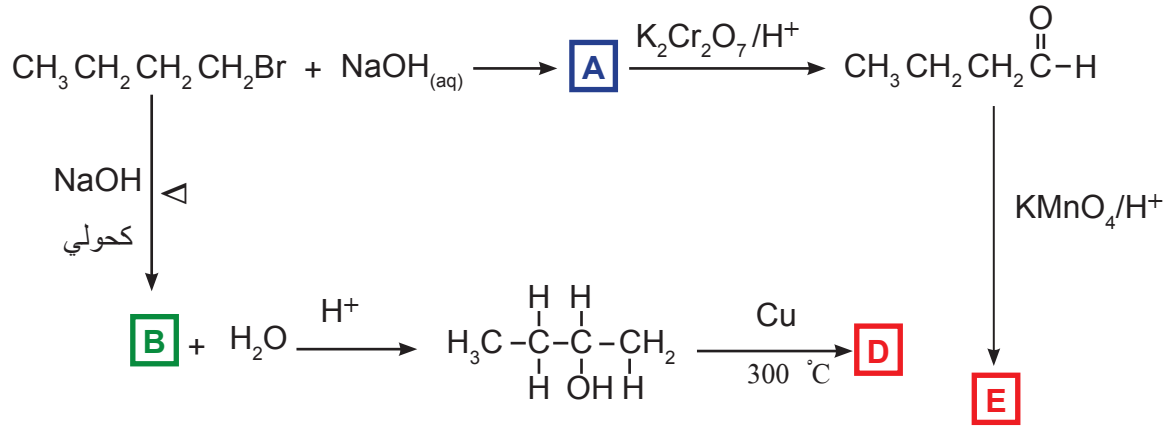
السؤال الثالث:

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