

# الكيم ياء الاقتصاد المنزلي الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©



mohe.ps ا mohe.pna.ps ا moehe.gov.ps ا moehe.gov.ps ا moehe.gov.ps الماد.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym ا الماد ا

حي الماصيون، شارع المعاهد ص. ب 719 - رام الله - فلسطين pcdc.mohe@gmail.com ☑ | pcdc.edu.ps ��

# المحتويات (Acids and Bases) الحموض والقواعد: (1.2): الخواص العامة للحموض والقواعد (2.2): تطوّر مفهومي الحمض والقاعدة (3.2): التأين الذاتي للماء والرقم الهيدروجيني (4.2): الحموض والقواعد الضعيفة أختبر نفسي (Organic Chemistry)

(5.2): المركبات العضوية

 18
 (6.2): هاليدات الألكيل

 19
 (7.2): الكحولات

 24
 (8.2): الألدهيدات والكيتونات

 27
 الحموض الكربوكسيلية

 29: الحموض الكربوكسيلية
 و.9.2): المحموض الكربوكسيلية

2

3

6

11

16

17

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 المركبات العضوية، والتمييز بينها، من خلال تحقيق الآتى:

- 🤵 توظيف مفهوم أرهينيوس، وبرونستد لوري للتمييز بين الحموض والقواعد.
  - 🔵 المقارنة بين قوة الحموض والقواعد، اعتماداً على ثوابت تأيُّنها.
- 🔵 حساب الرقم الهيدروجيني في المحاليل المائية للحموض والقواعد القوية والضعيفة.
  - 🔵 تحديد السلوك الحمضي أو القاعدي لمحاليل بعض المركبات عملياً.
    - 🧻 كتابة معادلات كيميائية تمثِّل تفاعلات المركبات العضوية.
      - 🔵 استنتاج نواتج تفاعلات بعض المركبات العضوية عملياً.
      - التمييز مخبرياً بين بعض المركبات العضوية المختلفة.



## الحموض والقواعد: (Acids and Bases)

#### (1.2): الخواص العامة للحموض والقواعد:

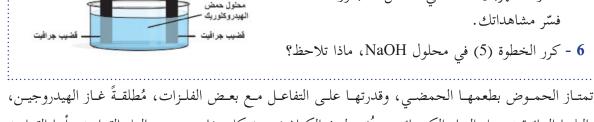
تتميز الحموض والقواعد ببعض الخواص العامة التي تُميّزها عن غيرها من المركبات الأخرى، ولقد درست في سنوات سابقة بعضاً من هذه الخواص، ولتتذكر ذلك، نفّذ النشاط الآتي:

#### نشاط (1): بعض الخواص العامة للحموض والقواعد:

المواد والأدوات: هيدروكسيدالصوديوم 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، ومخبار مدرّج، وقطّارة، وميزان إلكتروني حساس.

# خطوات العمل:

- 1 أذب 1 غم من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجي يحوي 50 مل ماء مقطّر.
  - 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، وصِلهما بمكونات الدارة الكهربائية، كما في الشكل المجاور، ماذا تلاحظ؟ فسر مشاهداتك.
    - 6 كرر الخطوة (5) في محلول NaOH، ماذا تلاحظ؟



ومحاليلها المائية توصل التيار الكهربائي، وتُغير 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؟

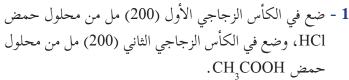


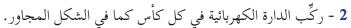
ولكنَّ السؤال: هل لجميع محاليل الحموض والقواعد المتساوية في التركيز، درجة التوصيل الكهربائي نفسها؟ لتجيب عن هذا السؤال، نفّذ النشاط الآتى:

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

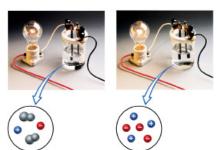
المواد والأدوات: محلول حمض الهيدروكلوريك HCl بتركيز (0.5) مول/لتر، ومحلول حمض الأسيتيك HCl بتركيز (0.5) مول/لتر، وأقطاب جرافيت عدد 4، وأسلاك توصيل معزولة، وكأسان (H3COOH بتركيز (0.5) مول/لتر، وأقطاب جرافيت عدد 4، وأسلاك توصيل معزولة، وكأسان زجاجيان سعة كلّ منهما (500) مل، ومصباحان كهربائيان، وبطاريتان (9) فولت، أو محوّلان كهربائيان.

# خطوات العمل:





3 - لاحظ إضاءة المصباح في كلا الدارتين، وفسِّر مشاهدتك.





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 (تأيُّنها) 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 طوّرَها، وفسّر خلالها خصائص المحاليل الكهرلية، ومن بينها محاليل الحموض والقواعد، وقد عرّف كُلاً منهما على النحو الآتى:



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

وحسب مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد، فإن المادة لا تكون حمضاً إلّا 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، يتأيّن (يتفكك) إلى أيونات الهيدروجين الموجبة، وأيونات الكلوريد السالبة، كما في المعادلة الآتية:

$$HCl_{(aq)} \xrightarrow{H_20} H_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$$

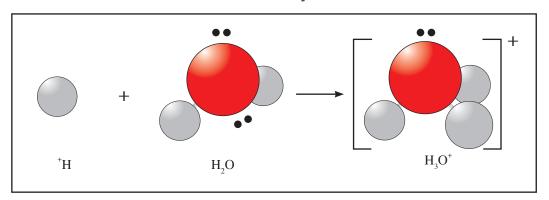
أماعند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء فإنها تتأين إلى أيونات الهيدروكسيد السالبة، وأيونات الصوديوم الموجبة، كما في المعادلة الآتية:  $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ 

# ■ سؤال:\_\_\_\_\_

اكتب معادلة كيميائية تُمثل تأيّن كل من الآتية في الماء:

أ- حمض البيركلوريك HClO<sub>4</sub>. بيركلوريك .HClO<sub>4</sub>

عندما تتأيَّن الحموض في الماء فإنها تكوّن أيون الهيدروجين الموجب  $(H^+)$ ، وهو أيونٌ صغيرُ الحجم، وكثافة شحنته الموجبة عالية جداً، فلا يتواجد حراً في الماء، وإنما يميل للارتباط بجزيء ماء واحد على الأقل، مكوناً أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$ ، حيث يرتبط أيون الهيدروجين  $H_4O^+$  مع جزيء الماء  $H_4O^+$  بنوع خاص من الروابط التساهمية تُسمى **رابطة تناسقية** تُقدم فيها ذرّة الأكسجين في جزىء الماء زوج الإلكترونات المكون للرابطة بينهما، انظر الشكل (1-2) الآتى:



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



## لماذا يُطلق على أيون الهيدروجين الموجب اسم بروتون؟



#### ثانياً: مفهوم برونستد – ٹوري ( Bronsted – Lowry Concept ):

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

الحمض: هو المادة التي تمنح البروتون  $\mathbf{H}^+$  لمادة أخرى عند تفاعلهما.

القاعدة: هي المادة التي تستقبل البروتون  $\mathbf{H}^+$  من مادة أخرى عند تفاعلهما.

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.  $HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O_{(aq)}^+ + CN_{(aq)}^- + CN_{(aq)}^-$ 



يسلك HCN كحمض؛ لأنه يمنح البروتون إلى جزيء الماء، فيصبح  $^{-}$ CN، ويُعدّ جزيء الماء قاعدة في هذا التفاعل؛ لأنه يستقبل هذا البروتون فيصبح  $^{+}$ H $_3$ O $_3$ O $_4$ 0 وحيث إنّ التفاعل يتم بشكل عكسي، فإن أيون  $^{+}$ CN 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 و  $^+$ CN و  $^+$ 3 زوجاً

-H<sup>+</sup>
حمض ملازم + قاعدة ملازمة حيض ملازم + (1) (2) (2) (1) (2) +H<sup>+</sup>

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 تأيّن الأمونيا في الماء:

$$NH_{3(aq)} + \quad H_2O_{(l)} \quad \Longleftrightarrow \quad NH_{4\ (aq)}^{\ \ +} \ OH_{(aq)}^{\ \ }$$

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



$${
m NH}_{3(aq)}$$
 +  ${
m H}_2{
m O}_{(l)}$   $\Longrightarrow$   ${
m NH}_{4\ (aq)}^+$  +  ${
m OH}_{(aq)}^-$  (1) قاعدة ملازمة (2) حمض ملازم (1)

# ■ سؤال:\_\_\_\_\_

 $^{\circ}$  CH  $_{3}$ NH  $_{2}$  ، HCO  $_{3}$   $^{\circ}$  ، Br  $^{\circ}$  ، SO  $_{3}$   $^{2-}$  : 1

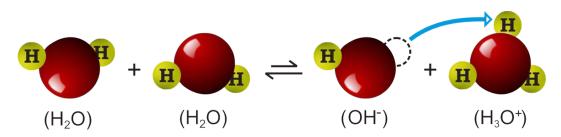
 $^\circ$  HCO  $_3^-$  ، CH COOH ، HF ، H  $_2$  C  $_2$  ما صيغة القاعدة الملازمة لكل من الحموض:  $_2$ 

لعلك لاحظت أنّ  $^-_{3}HCO_{3}$  قد يمنح بروتوناً، فيسلك سلوك الحمض في بعض التفاعلات، وتكون قاعدته  $^-_{4}H_{2}CO_{3}$  أو يستقبل بروتوناً في تفاعلات أخرى فيسلك سلوك القاعدة، ويكون حمضه الملازم  $^-_{3}H_{2}CO_{3}$  ولذلك يمتلك  $^-_{4}H_{2}CO_{3}$  صفة أمفوتيرية.

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

أظهرت التجارب بأن الماء النقي (المقطّر) 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  $^+$   $^+$   $^+$   $^+$   $^-$  وتسمى هذه الظاهرة التأين الذاتى للماء، كما هو مُوضّح في الشكل (2-2) الآتى:



الشكل (2-2): ظاهرة التأين الذاتي للماء

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

$$^{14}\text{-}10\times1 = [OH^{-}][H_{3}O^{+}] = K_{w}$$



■ سؤال:\_\_\_\_\_\_

بناءً على ما درسته في حسابات الاتزان الكيميائي، احسب تركيز أيونات  $^+ OH_3$  و  $^- OH_3$  في الماء المقطّر عند 25  $^\circ m$ . ماذا تعنى لك القيمة؟

الحموض القويّة الشائعة HClO<sub>4</sub>

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

HI

HC1

HNO<sub>3</sub>

HBr

لكن كيف يتغير  $[OH^{-}]$  و  $[H_{3}O^{+}]$  عند إذابة حمض أو قاعدة في الماء؟ لتتعرف إلى ذلك تتبّع المثالين الآتيين:

#### مثال (1):

احسب تركيز أيونات كل من  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$  في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.5 مول/لتر عند 25 °س.

# الحل:

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

$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	→ H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	(aq) + Cl (aq)	
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  $[H_3O^+]$  القادم من التأين الذاتي للماء =  $1 \times 10^{-7}$  مول/لتر، وهو مقدار ضئيل جداً يمكن إهماله، واعتبار أن تركيز أيونات  $[H_3O^+]$  في المحلول يساوي التركيز القادم من الحمض القوي فقط.

وعليه فإن  $[H_3O^+]=0.5$  مول/لتر.

$$: {\rm id}^{-14} \cdot 10 \times 1 = {\rm [OH^-][H_3O^+]} = {\rm K_w}$$
 بما أن

. مول/لتر 
$$^{14\text{-}}10 \times 2 = \frac{^{14\text{-}}10 \times 1}{0.5} = \frac{K_{_{W}}}{[\text{ H}_{_{3}}\text{O}^{+}]} = [\text{OH}^{-}]$$

#### مثال (2):

 $\mathrm{Ba(OH)}_2$  و [ $\mathrm{OH}^-$ ] و [ $\mathrm{H_3O^+}$ ] و [ $\mathrm{OH}^-$ ] في المحلول المائي الناتج من إذابة  $\mathrm{O.1}$  مول من هيدرو كسيد الباريوم يتفكك كلياً في الماء.

الحل: 
$$1 ext{ lim} = 0.000 ext{ a. } ext{ lim} = 0.000 ext$$

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

$$Ba(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH_{(aq)}^{-}$$
 $0.2$ 
 $0.2$ 
 $0.2$ 
 $0.2 \times 2$ 
 $0.2 \times 2$ 

القواعد القويّة الشائعة
LiOH
NaOH
КОН
Sr(OH) <sub>2</sub>
Ba (OH) <sub>2</sub>

	.0 مول/لتر.	$4 = OH^{-1}$	كيز أيونات	وعليه يكون تر
= 10× 0.25 مول/لتر.	$\frac{^{14}-10\times 1}{0.4} =$	(OH -)	$= H_3O^+$	تركيز أيونات

لعلك لاحظت أن حالة الاتزان تبقى موجودة بين [OH] و  $[H_3O^+]$  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  $[H_3O^+]$ ، وحتى يبقى  $[H_3O^+]$  ثابتاً يقل [OH] وفقاً لذلك، وبالمثل عند إضافة القاعدة يزداد [OH]، ويقل  $[H_3O^+]$  تبعاً لذلك.

واعتماداً لما سبق، يمكن تصنيف المحاليل بدلالة تركيز  $[OH^{-1}]$  ، و $[H_3O^+]$  (عند 25 °س) على النحو الآتي:

- . محلول متعادل:  $[OH^{-1}] = [OH^{-1}] \times 10 \times 1 = [H_2O^{+1}]$  مول/لتر
- . محلول حمضي:  $[H_3O^+] \times 1 > [OH^-]$  ،  $[OH^-] \times 1 < [H_3O^+]$  مول/لتر.
- محلول قاعدي: [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] × 1 < [OH<sup>-7</sup> ، (OH<sup>-7</sup> مول/لتر.

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

طبيعة المحلول	[OH ·]	$[\mathbf{H}_{3}\mathbf{O}^{+}]$	المحلول
متعادل		<sup>7-</sup> 10 × 1	NaCl
	<sup>3</sup> -10 × 4		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
		<sup>6</sup> -10 × 3	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
قاعدي	<sup>2</sup> -10 × 5		Mg(OH) <sub>2</sub>



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

#### مثال (1):

احسب الرقم الهيدروجيني pH في كل مما يأتي:

1 - الماء المقطّر عند 25 °س.

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



#### الحل:

. 1 عرفت سابقاً أن 
$$[OH^-] = [H_3O^+] = [OH^-]$$
 مول/لتر في الماء المقطّر.  $7 = (7^-10 \times 1) = -10 = -$ 

$$ext{HNO}_{3(aq)} + ext{H}_2 ext{O}_{(l)} \longrightarrow ext{H}_3 ext{O}_{(aq)}^+ + ext{NO}_3^- ext{(aq)}$$
 التركيز قبل التأين  $ext{constant} = ext{O}_3 ext{O}_3 ext{O}_3 ext{O}_3 ext{O}_3 ext{O}_3 ext{O}_4 ext{O}_3 ext{O}_4 ext{O}_3 ext{O}_4 ext{O}_3 ext{O}_4 ext{O$ 

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

#### مثال (2):

إذا علمت أن الرقم الهيدروجيني pH لعينة من عصير التفاح = 4.6. جد تركيز أيونات 
$$^+\mathrm{H_3O^+}$$
 ?

$$[H_{3}O^{+}]$$
  $U = pH$ 

$$pH-10 = [H_{3}O^{+}]$$

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية

في تطبيقاتك الحسابية.



 $^{pH}$  -10 = [ $^{H}_{3}O^{+}$ ] وهذا يعني أن - $^{pH}$ 

. مول/لتر. 10 × 2.5 = <sup>4.6-</sup>10 = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

بإمكانك استخدام الآلة الحاسبة العلمية في تطبيقاتك الحسابية.

# ■ سؤال:\_\_\_\_\_

إذا كان تركيز أيونات الهيدروكسيد  $^{-}$ OH في فنجان قهوة يساوي  $^{1}$  ×  $^{0}$  مول/لتر، جد قيمة  $^{0}$ 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؟
  - ${\rm H_3O^+}$  کیف یتغیر الرقم الهیدروجینی مع زیادة ترکیز أیونات  ${\rm H_3O^+}$
  - 4 كيف يتغير الرقم الهيدروجيني مع زيادة تركيز أيونات ־OH ؟
- 5 عيّنة لمحلول دواء، تركيز أيونات  $^{-}$ OH فيها يساوي  $8 \times 10^{-4}$ ، حدّد طبيعة محلول الدواء إن كان حمضياً أم قاعدياً.



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



#### (4.2): الحموض والقواعد الضعيفة:

عرفت سابقاً أن الحموض القوية، والقواعد القوية تتأيّن في الماء كلّياً، وتمكّنت من 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 التأيّن؛ لأنها تتفكك (تتأيّن) جزئياً في الماء. فإذا رمزنا للحمض الضعيف بالرمز $(HA_3O^+)$  فإن معادلة تفككه في الماء كما يأتي:

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

$$\frac{[A^{-}][H_{3}O^{+}]}{[HA]} = K_{a}$$

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

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

<b>K</b> <sub>a</sub>	معادلة التأين	الصيغة الكيميائية	اسم الحمض
<sup>4</sup> -10 × 6.8	$HF_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + F^{(aq)}$	HF	حمض الهيدروفلوريك
<sup>4</sup> -10 × 5.6	$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO_2^{(aq)}$	HNO <sub>2</sub>	حمض النيتروز
<sup>4</sup> -10 × 1.8	$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{HCOO}^{(aq)}$	НСООН	حمض الميثانويك
<sup>5</sup> -10 × 6.3	$ C_6 H_5 COOH_{(aq)} + H_2 O_{(l)}   \longrightarrow H_3 O^+_{(aq)} + C_6 H_5 COO^{(aq)} $	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	حمض البنزويك
<sup>5</sup> -10 × 1.8	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^{(aq)}$	CH <sub>3</sub> COOH	حمض الإيثانويك
<sup>8</sup> -10 × 2.9	$HClO_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + ClO^{(aq)}$	HC1O	حمض الهيبوكلوروز
<sup>10-</sup> 10 × 4.2	$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + CN^{(aq)}$	HCN	حمض الهيدروسيانيك

#### $(قیم K_a$ لیست للحفظ) \*

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

- 1 أيّ الحموض هو الأقوى؟ وأثُّها هو الأضعف؟
- 2 اكتب الأزواج المتلازمة من الحمض والقاعدة في معادلة تأين حمض الهيبوكلوروز HCIO في الماء.
  - 3 أيّ محاليل الحموض المدرجة في الجدول والمتساوية في التركيز يكون  $[H_3O^+]$  فيه هو الأعلى?
    - 4 أيّ محاليل الحموض المتساوية في التركيز رقمه الهيدروجيني pH هو الأعلى؟ فسّر إجابتك.

يتم حساب قيمة ثابت تأين الحمض الضعيف K بالتجربة العملية، بقياس قيمة pH لمحلول الحمض الضعيف معلوم التركيز، والمثالان الآتيان يوضّحان الحسابات المتعلقة بالحموض الضعيفة:

#### مثال (1):

احسب قيمة K لحمض H<sub>2</sub>S، إذا وُجِدَ أنّ قيمة pH لمحلول منه تركيزه 0.1 مول/لتر تساوي 4.



نكتب معادلة تفكك (تأين) الحمض H<sub>3</sub>S في الماء.

$$H_{2}^{S}_{(aq)} + H_{2}^{O}_{(l)} \longrightarrow H_{3}^{O^{+}}_{(aq)} + HS^{-}_{(aq)}$$



. يَاذِن 
$$[H_3O^+] = 10 \times 1 = PH^-$$
 بَاذِن  $[H_3O^+] = 10 \times 1 = PH^-$  مول/لتر.

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

$$^{7}\text{-}10 \times 1 = \frac{^{2}(^{4}\text{-}10 \times 1)}{0.01} = \frac{[\text{H}_{3}\text{O}^{+}][\text{HS}^{-}]}{[\text{H}_{2}\text{S}]} = \text{K}_{a}$$

#### مثال (2):

احسب قيمة pH لمحلول حمض HCN الذي تركيزه يساوي 0.5 مول/لتر، علماً بأنّ قيمة  $_{\rm a}$  للحمض تساوي  $_{\rm a}$   $_{\rm b}$ 



يتأين حمض الهيدروسيانيك HCN في الماء حسب المعادلة الآتية:

$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \qquad \qquad \qquad \qquad H_3O^{+}_{\phantom{+}(aq)} \ + \quad CN^{-}_{\phantom{-}(aq)}$$

التركيز الابتدائي صفر صفر 0.5 مول/لتر التخير في التركيز الابتدائي صفر +س +س -س -س التغير في التركيز عند الاتزان س س  $0.5 \sim 0.5$ 

من المعادلة  $\frac{[{
m H_3O^+}][{
m CN}^-]}{[{
m HCN}]}={
m K_a}$  من المعادلة  $\frac{2\omega}{0.5}={
m 10}$   $=10\times4.2$ 

 $^{10}$ س $^{2}=0.0 imes 4.2 imes 0.5=10$ س $^{10}$  = 10 imes 4.2 imes 0.5=10س $^{5}$  مول/لتر $^{6}$  مول/لتر $^{7}$  مول/لتر

 $4.84 = {}^{5}-10 \times 1.45$  لو  $= [H_{3}O^{+}]$  و = pH

# ■ 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

$$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} = BH_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$$
 (1) قاعدة ملازمة (2) حمض ملازم (1) عصض ملازمة المنافعة على المنافعة المنافعة

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

<b>K</b> <sub>b</sub> *	معادلة التأين	الصيغة الكميائية	اسم القاعدة
<sup>4</sup> ·10 × 5	$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_3NH_{3(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	ميثيل أمين
<sup>5</sup> -10 × 1.8	$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NH_4^+_{(aq)} + OH_{(aq)}^-$	NH <sub>3</sub>	الأمونيا
<sup>6</sup> -10 × 1.3	$N_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow N_2H_{5 \text{ (aq)}}^+ + OH_{(aq)}^-$	$N_{2}^{}H_{4}^{}$	هيدرازين
<sup>9-</sup> 10 × 8.7	$NH_2OH_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NH_3OH_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$	NH <sub>2</sub> OH	هيدرو كسيل أمين
<sup>9-</sup> 10 × 1.4	$C_5H_5N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_5H_5NH_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$	$C_5H_5N$	بيريدين
<sup>10-</sup> 10 × 3.8	$C_6H_5NH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_6H_5NH_{3(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	أنيلين

#### \* (قيم $K_h$ ليست للحفظ)

ولتتعرف الحسابات المتعلقة بمحاليل القواعد الضعيفة، ادرس المثالين الآتيين:

#### مثال (1):

 $K_b$  المحلول البيريدين  $C_sH_sN$ ، المذي تركيزه يساوي 0.01 مول/لتر، علماً بأنّ ثابت التأين للبيريدين يساوي  $0.01 \times 1.4 \times 1.4$ 



#### الحل:



يتأيّن البريدين في الماء حسب المعادلة الآتية:

$$C_{\rm s}H_{\rm s}N_{\rm (aq)} + H_{\rm 2}O_{\rm (l)} \Longrightarrow C_{\rm 5}H_{\rm 5}NH_{\rm (aq)}^+ + OH_{\rm (aq)}^ 0.01$$
  $0.00$   $0.00$   $0.01$   $0.00$   $0.01$   $0.00$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$   $0.01$ 

$$\frac{[C_{5}H_{5}NH^{+}][OH^{-}]}{[C_{5}H_{5}N]} = K_{b}$$

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

. مول/لتر 
$$^{6\text{-}}10 \times 3.74 = [\text{C}_{\text{5}}\text{H}_{\text{5}}\text{NH}^{\text{+}}] = [\text{OH}^{\text{-}}]$$

$$8.57 = (^{9}-10 \times 2.67)$$
 - pH - بول/لتر.  $\rightarrow$  pH - مول/لتر.  $\rightarrow$   $= pH - 10 \times 2.67 = \frac{^{14}-10 \times 1}{_{6}-10 \times 3.74} = [H_{3}O^{+}]$ 

#### مثال (2):

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



$$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow BH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

من خلال الرقم الهيدروجيني pH يمكن إيجاد تركيز $[H_3O^+]$  كما يأتى: . مول/لتر. ← 10×1 =  $\frac{^{14}\cdot 10\times 1}{^{10}\cdot 10\times 1}$  = [OH<sup>-</sup>] ← مول/لتر. →  $^{10}\cdot 10\times 1$  =  $^{pH}\cdot 10\times 1$  = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

$$.^{6} \cdot 10 \times 1 = \frac{{}^{2}({}^{4} \cdot 10 \times 1)}{[B]} = \frac{[BH^{+}][OH^{-}]}{0.01} = K_{b}$$

# ■ **سؤال:**\_\_\_\_\_ عما يأتي:



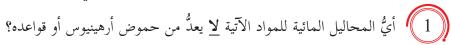
- 1 أيّ القاعدتين أقوى، البيريدين أم القاعدة B ؟ فسر إجابتك.
- 2 ما العلاقة بين قيمة pH وقيمة  $K_{b}$  في محاليل القواعد الضعيفة متساوية التركيز؟





# أختبر نفسي

# السُّؤال الأوّل: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كلّ ممّا يأتي:



LiOH (c)  $NH_3$  (c) HF (c)  $HNO_3$  (f)

2 أيُّ المواد الآتية يسلك كحمض وكقاعدة حسب مفهوم برونستد - لوري (يمتلك صفات أمفوتيرية)؟

 $H_2S$  (c)  $CO_3^{2-}$  (c)  $HCO_3^{-}$  (c)  $H_2SO_4$  (f)

3 أيُّ المحاليل الآتية المتساوية في التركيز هو الأقل قيمة pH؟

NaCN (2) HF ( $\frac{1}{2}$  NH $_3$  ( $\frac{1}{2}$  HCl ( $\frac{1}{2}$ 

السؤال الثاني: ما المقصود بالمصطلحات الآتية؟

حمض أرهينيوس، وقاعدة برونستد - لوري.

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

- محلول من حمض  $\mathrm{HClO_4}$  القوي، تركيزه 0.05 مول/لتر.
- $2^{-5}$  محلول من حمض CH3COOH تركيزه 0.05 مول/لتر، علماً بأنَّ (CH3COOH تركيزه  $2^{-5}$ ).
  - $.(^{10}\text{-}10 \times 3.8 = \text{K}_{\text{h}})$  محلول من .005 تركيزه .005 مول/لتر، علماً بأنَّ ر

#### السؤال الرابع:

ما عدد مولات القاعدة القوية  $\mathrm{Ba}(\mathrm{OH})_2$  اللّازم إذابتها في الماء المقطَّر للحصول على محلول حجمه 4 لتر، والرقم الهيدروجيني له يساوي 12؟

السؤال الخامس: أقيّم 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 المركبّات العضوية تؤخذ من الأجسام الحية فقط، ولكن في عام 1829م تمكّن فريدريك فوهلر من تحضير اليوريا  $H_2NCONH_2$  في المختبر، ومنذ ذلك الحين قام الكيميائيون بتحضير عدد من المركبّات العضوية، ودراسة خصائصها الكيميائية، والفيزيائية. وتعلمت سابقاً الهيدروكربونات، وطريقة تسميتها، وتطبيقاتها الحياتية، وتعرّفت إلى بعض المجموعات الوظيفية (Functional Groups) التي تؤثر في خصائص المركّب الفيزيائية والكيميائية، ولتتذكر هذه المجموعات، نفّذ النشاط الآتي:

#### نشاط (1): أنواع المركبات العضوية:

تمعّن صيغ المركّبات العضوية الظاهرة في الجدول، ثمّ أكمل الفراغ في خاناته، مستعيناً بكتاب الكيمياء للصف الحادي عشر:

مجموعة المركّب	الاسم النظامي (أيوباك)	المجموعة الوظيفية	الصيغة العامة	المركّب العضوي
الهاليدات	برومو ميثان	- X	R-X	CH <sub>3</sub> Br
				CH <sub>3</sub> OH
				0=0
				H <sub>3</sub> C H
				O C
				H <sub>3</sub> C CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
				H <sub>3</sub> C —Ü—OH

(Cl ,F ,Br ,I) :X

عرفت أن اختلاف المجموعات الوظيفية في المركبّات العضوية، يؤدي إلى اختلاف خصائصها الفيزيائية (كدرجة الغليان، والذائبية في الماء...)، فهل تختلف خصائصها الكيميائية تبعاً لذلك؟ وما نوع التفاعلات التي تحكمها؟ تحكم المركبّات 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 المركبّات.



#### (6.2): هاليدات الألكيل (Alkyl Halides):

درست سابقاً أن الهاليدات مركبات عضوية تحوي ذرّة هالوجين أو أكثر، مرتبطة بذرّة، أو بعدة ذرّات كربون في السلسة 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.



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



ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

3،2-ثنائبي فلورو-2-ميثيل بنتان.

2 -برومو-4-كلورو هكسان.

-----

🛈 ھاليد ثالثي.

#### ■ 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 ( $\tilde{\mathbb{K}}-\tilde{\mathbb{A}}$ ) القطبية التي ترتبط فيها ذرّة الكربون مع ذرّة الهالوجين عالية الكهروسالبية نسبياً، وهذا بدوره يجعل من هاليدات الألكيل وخاصةً الأولية، وهاليدات الميثيل، تتفاعل مع المجموعات (الأيونات) الغنيّة بالإلكترونات، كتفاعلها مع هيدروكسيدات الفلزات القلوية، حيث ينتج عن هذا التفاعل الكحولات المقابلة إذا تم التفاعل في الوسط المائي، كما في المعادلة العامة الآتية:

$$R-X + MOH_{(aq)} \xrightarrow{H_2O} R-OH + MX$$

حيث X: (I ،Br ،Cl) ،X وM: (Li) ، وX ،...).

#### مثال:

اكتب معادلة تفاعل كلورو ميثان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي.



$$CH_3Cl + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{H_2O} CH_3OH + NaCl$$
 کلورومیثان



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

$$CH_3CH_2Br + NaOH$$
  $\xrightarrow{\text{oks.}}$   $CH_2 = CH_2 + NaBr + H_2O$   $CH_2$  ایثین  $CH_2$ 

$$CH_3CH_2CH_2Br + KOH_{(aq)} \xrightarrow{H_2O}$$

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

#### (7.2): الكحولات (Alcohols):

تُعدّ 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، نفِّذ النشاط الآتي:

#### نشاط (2): الكحولات:

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

1 - سمِّ 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.



#### أ- تفاعل الكحولات كحموض:

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

#### مثال:

اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل الإيثانول مع عنصر الصوديوم.



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

ويمكن استخدام هذا التفاعل للتمييز بين الكحولات والألكانات، ولتتعرف ذلك، نفّذ النشاط الآتي:

#### نشاط (3): التمييز مخبرياً بين الإيثانول والهكسان:

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

# خطوات العمل:

- 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، وقرّب من فوهته عود ثقاب مشتعلاً، ماذا تلاحظ؟
- 5 أعد خطوات النشاط باستخدام الهكسان بدل الإيثانول، ماذا تلاحظ؟

# احتياطات السلامة العامة:

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



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

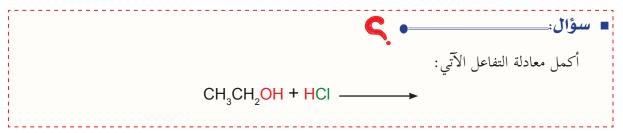


ب- تفاعل الكحولات كقواعد:

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:

$$R-OH + H-X \longrightarrow R-X + H_2O$$

حيث X: (Cl) أوBr أوI).

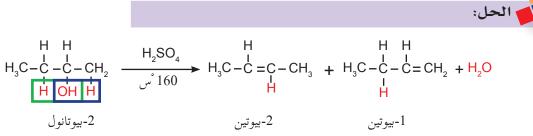


 $.H_{3}PO_{4}$  الفوسفوريك مع حمض الكبريتيك المركّز  $.H_{2}SO_{4}$ ، أو حمض الفوسفوريك  $.H_{3}PO_{4}$ 

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 خليطً من الألكينات.

#### مثال:

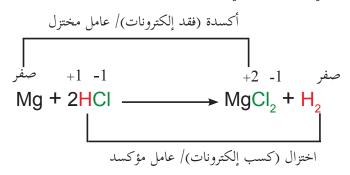
اكتب معادلة كيميائية تمثّل تفاعل 2-بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركّز عند 160°س.





#### ج- أكسدة الكحولات:

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



أما في المركبّات العضوية، فيُمكن تحديد الأكسدة والاختزال، من خلال مقارنة التغيّر في محتوى الأكسجين أو الهيدروجين يدل على التأكسد، فزيادة الأكسجين، أو نقصان الهيدروجين، يدل على التأكسد، في حين يدل نقصان الأكسجين، أو زيادة الهيدروجين على الاختزال.

## 1- أكسدة الكحولات باستخدام الدايكرومات أو البيرمنغنات في وسط حمضى:

تتأكسد الكحولات الأولية إلى الألدهيدات المقابلة باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم  $K_2Cr_2O_7$ ، 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  $\underline{V}$  يمكن تحضير الألدهيدات بهذه الطريقة باستثناء الألدهيدات المتطايرة التي يكون عدد ذرّات الكربون فيها من 1-4، حيث تتبخر قبل تأكسدها.

#### مثال:

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



$$\begin{array}{ccc} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} & \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+} & \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} \\ & & & & \\ \text{Level of the position of the properties of the prope$$

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

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

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

## نشاط (4): أكسدة الكحولات باستخدام البيرمنغنات في وسط حمضي:

صمِّم نشاطاً عملياً، تُلاحظ من خلاله أثر إضافة محلول بيرمنغنات البوتاسيوم  $\mathrm{KMnO}_4$  إلى كحول أولي في الوسط الحمضى.



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 تمثّل أكسدة الإيثانول بتمرير بخاره على مسحوق النحاس عند درجة 300°س.



$$lackbreak lackbreak lackbrea$$

# (8.2): الألدهيدات والكيتونات (Aldehydes and Ketones):

يعد الميثانال H-"- H من أشهر الألدهيدات، ويُستخدم محلوله المائي المعروف بالفورمالين (40%) في حفظ الأنسجة الحيّة من التحلل؛ بسبب قدرته على منع نمو البكتريا وتكاثرها، ويُستخدم أيضاً في صناعات كثيرة، أهمها الميلامين، حيث يُكوِّن مبلمراً 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 المبلمرات البلاستيكية وصناعة الورنيش.



#### ■ الخواص الكيميائية للألدهيدات والكيتونات:

تمتاز مجموعة الكربونيل في كل من الألدهيدات والكيتونات، بأنها مستقطبة جزئياً  $\overset{+-}{C} = \overset{++}{O}$  ؛ وذلك بسبب الفرق في الكهروسالبية بين ذرّتي الكربون والأكسجين، وهذا يُفسّر سبب نشاط مركّباتها الكيميائي، واستجابتها لتفاعلات الإضافة، والتأكسد والاختزال.

#### أ- تفاعلات الإضافة:

تعود تفاعلات الإضافة في الألدهيدات والكيتونات إلى بنية مجموعة الكربونيل غير المشبعة، والحاوية على رابطة تساهمية ثنائية ( $\delta$  و  $\pi$ )، فهي تستجيب لتفاعلات الإضافة بكسر الرابطة الأضعف ( $\pi$ )، 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 الكربوكسيلة المقابلة في الظروف العادية بمعظم العوامل المؤكسدة، حتى الضعيفة منها، في حين تقاوم الكيتونات بصورة عامة الأكسدة في الظروف العادية؛ لأنها لا تحتوي على ذرّة هيدروجين مرتبطة بمجموعة الكربونيل، ومن تفاعلات الأكسدة:

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

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

#### محلول فهلنج (للاطّلاع)



يتكون محلول فهلنج A من (محلول كبريتات النحاس المائية  $SH_2O$ , ومحلول فهلنج B من (محلول ملح روشل «ترترات الصوديوم والبوتاسيوم المائية»، وهيدروكسيد الصوديوم).

إنّ العامل المؤكسد الفعّال في هذا المحلول هو أيون النحاس (II) الأزرق  $^+$ 0 ويترسّب على شكل مسحوق بُنيّ محمّر أكسيد النحاس ( $^-$ 0 ( $^-$ 0 في حين يتأكسد الألدهيد إلى أيون الكربوكسيلات المقابل.

$$R-C-H+2Cu^{2+}+5OH$$
 $R-C-O^{-}+Cu_{2}O+3H_{2}O$ 
 $R-C-O^{-}+Cu_{2}O+3H_{2}O$ 

ولتتعرف إلى كيفية الكشف عن مجموعة الألدهيد في سكر الجلوكوز بوساطة محلول فهلنج، نفّذ النشاط الآتي:

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

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



# خطوات العمل:

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

#### 2 - الأكسدة بوساطة 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 وألدهيد يُختَزل أيون الفضة إلى معدن الفضة، ويترسب على جدران وعاء التفاعل مكوناً مرآة فضيّة، في حين يتأكسد الألدهيد إلى أيون الكربوكسيلات المقابل:

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

#### ج. تفاعلات الاختزال:

يُمكن اختزال الألدهيدات، والكيتونات بتحويلها إلى الكحولات الأولية والثانوية على التوالي بالهدرجة الحفزية (H<sub>2</sub>/Ni)، كما في المعادلتين الآتيتين:

$$C_2H_5H_5H_7$$
 +  $H_2$   $N_1$   $C_2H_5CH_2OH_7$   $C_2H_5H_7$   $C_2H_7$   $C_2H_7$ 



$$\begin{array}{c} O \\ C \\ C \\ CH_5 \end{array} \xrightarrow{} \begin{array}{c} + \\ CH_3 \end{array} \xrightarrow{} \begin{array}{c} OH \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ C_2H_5 CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ CHCH_3 \end{array}$$

$$C_2H_5 CHCH_3 \xrightarrow{} \begin{array}{c} -2 \\ CHCH_$$

H<sub>2</sub>/Ni → CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

#### (9.2): الحموض الكربوكسيلية (Carboxylic Acids):

تتميز الحموض الكربوكسيلية بوجود مجموعة الكربوكسيل (COOH-)، التي تتكون من مجموعتي الهيدروكسيل (OH) والكربونيل (C=O)، والصيغة العامة لها هي RCOOH، ومن أشهر الحموض

> الكربوكسيلية حمض الإيثانويك، وهو سائل عديم اللون، رائحته نفّاذة، ويُحضر من أكسدة الإيثانول الناتج من عملية التخمّر (أو المُصنّع بطرقِ أخرى)، ويُستعمل في المأكولات، وحفظ اللحوم، والأسماك المعلّبة، وصناعة دباغة الجلود، وصناعة النسيج، وبعض المستحضرات الصيدلانية.

يُسمّى حمض الميثانويك H-Ü-OH حمض النمليك؛ لأنه يوجد في إفرازات غدد بعض أنواع النمل، وهو السبب في التهيّجات التي تحدثها لسعات النمل في الجلد، وهو سائل عديم اللُّون، له رائحة نفّاذة، 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، والفلزّات النشطة مكونة أملاحها كالآتي:

#### 1 - تفاعلها مع القواعد القوية:



#### 2 - تفاعلها مع الفلزات النشطة:

تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم، ويُعزى ذلك إلى وجود ذرّة 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) CH3COOH، وكربونات الصوديوم الهيدروجينيـة NaHCO، وصابـون سـائل، وكأس زجاجـي سـعته 250 مـل.





- 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، وسجِّلْ ملاحظاتك.

#### ب- اختزال الحموض الكربوكسيلية:

تُخترل الحموض الكربوكسيلية بسهولة إلى الكحولات الأولية المقابلة مباشرة، باستخدام هيدريد الليثيوم والألمينيوم ( LiAlH ) وهو عامل مختزل قوي: R-C-OH  $\longrightarrow$   $R-CH_2OH$ 





# أختبر نفسى

السُّؤال الأوّل: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كلّ ممّا يأتي:

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 المركّب الذي يختزل كاشف تولِن؟

أ) البروبانون. ب) الإيثانال. ج) الإيثانول. د) حمض الإيثانويك.

4 ماذا ينتج عن اختزال الكيتونات؟ أي الكري لايتر الأرار ... ... يا الكرية الذات ...

أ) الكحولات الأولية. ب) الكحولات الثانوية. ج) الكحولات الثالثية. د) الألدهيدات.

ما المجموعة الوظيفية التي تميّز الألدهيد والكيتون؟

- OH ( $^{\circ}$  - COOH ( $^{\circ}$  - NH $_{2}$  ( $^{\circ}$  )  $^{\circ}$ C=O ( $^{\circ}$ 

السؤال الثاني: عبّر بالمعادلات الكيميائية عن كلّ من التفاعلات الآتية، وسمّ المركّبات العضوية الناتجة:

. وسط حمضي  $K_2 Cr_2 O_7$  أكسدة  $K_2 Cr_2 O_7$  في وسط حمضي  $M_2 Cr_2 O_7$ 

. Li ${\rm AlH_4}$  اختزال حمض الإيثانويك باستخدام هيدريد ليثيوم ألمنيوم 2

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

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

$$H_3C-C-H+H_2$$
 Ni



# اختبار الفترة الثانية

# الحموض والقواعد والكيمياء العضوية

# السُّؤال الأوّل: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كلّ ممّا يأتى:

 $^{\S}$  HC $_2$ O $_4$  ما القاعدة الملازمة للحمض ما القاعدة الملازمة الم

$$H_2C_2O_4^-$$
 (2)  $C_2O_4^{2^-}$  (7)  $C_2O_4^{4^-}$  (7)  $C_2O_4^{4^-}$  (8)  $C_2O_4^{4^-}$  (9)  $C_2O_4^{4^-}$  (10)  $C_2O_4^{4^-}$  (11)  $C_2O_4^{4^-}$  (11)  $C_2O_4^{4^-}$  (12)  $C_2O_4^{4^-}$  (13)  $C_2O_4^{4^-}$  (14)  $C_2O_4^{4^-}$  (15)  $C_2O_4^{4^-}$  (15)  $C_2O_4^{4^-}$  (17)  $C_2O_4^{4^-}$  (17)  $C_2O_4^{4^-}$  (18)  $C_2O_4^{4^-}$  (19)  $C_2O_4^{4^$ 

Cu (c) 
$$MnO_4^-$$
 (c)  $LiAlH_4$  (c)  $H_2$  (f)

#### السؤال الثاني: وضّع المقصود بالمصطلحات الآتية:

قاعدة أرهينيوس، الحموض الضعيفة، أكسدة المركبات العضوية.

#### السؤال الثالث:

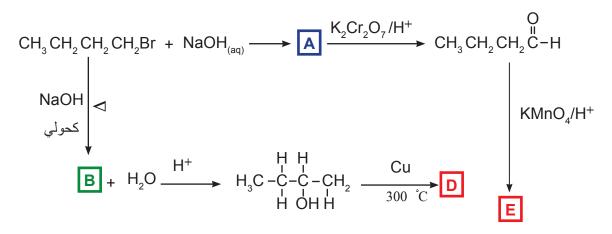
يم ثابت التأين لمجموعة من الحموض	اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبيّن ق
	الافتراضية الضعيفة المتساوية في التركيز:

- ① أيُّ من محاليل هذه الحموض له أقل قيمة pH ؟
- ك حدّد الزوجين المتلازمين من الحمض والقاعدة عند تفاعل حمض HD مع الماء.
  - (3) احسب [-OH] في محلول HC، تركيزه 0.4 مول/لتر.

ثابت التأين K	الحمض
<sup>4</sup> -10 × 8.6	НА
<sup>4-</sup> 10 × 6	НВ
<sup>6</sup> -10 × 4	НС
<sup>5-</sup> 10 × 6	HD



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



#### السؤال الخامس:

بين بمعادلات كيميائية كيف يمكنك التمييز بين كل مما يأتى:

2) 2-بروبانول، و2-ميثيل-2-بروبانول.

🕦 ع-بروبان، و1-بروبانول.

(3) الإيثانال، والبروبانون (الأسيتون).

انتهت الأسئلة