الدرس 1

خصائصُ الحُموضِ والقواعدِ
Properties of Acids and Bases

الفكرةُ الرئيسةُ:

تُصنَّفُ المُركّباتُ الكيميائيّةُ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجةِ عنْ ذوبانِها في الماءِ، وتختلفُ في قوّتِها بناءً على درجةِ تأيُّنِها، ويُستخدَمُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH للتمييزِ بينَها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أُقارنُ بينَ الحُموضِ والقواعدِ منْ حيثُ التركيبُ الكيميائيُّ والخصائصُ الكيميائيّةُ.
- أستقصي قوّةَ الحُموضِ والقواعدِ؛ باستخدامِ الموصليّةِ الكهربائيّةِ.
- أستخدِمُ مقياسَ درجةِ الحُموضةِ أوِ الكواشفَ الكيميائيّةَ؛ لتصنيفِ الموادِّ المنزليّةِ إلى حَمضيّةٍ أوْ قاعديّةٍ أوْ متعادلةٍ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

Acids	الحموض
Acidic Oxide	أُكسيد حَمضيٌّ
Bases	القواعدُ
Basic Oxides	أكاسيد قاعديةٌ
Alkalis	القلويّاتُ
Degree of Ionisation	درجةُ التأيُّنِ
Strong Acid	حمضٌ قويٌّ
Weak Acid	حمضٌ ضعيفٌ
Strong Base	قاعدةٌ قويّةٌ
Weak Base	قاعدةٌ ضعيفةٌ
pH	الرقمُ الهيدروجينيُّ

الحُموضُ والقواعدُ Acids and Bases

تحتلُّ الحُموضُ والقواعدُ مكانًا بارزًا في حياتِنا اليوميّةِ؛ إذْ نجِدُها في كثيرٍ منْ أنواعِ الفواكهِ والخُضارِ التي نتناولُها والموادِّ التي نستخدِمُها في بيوتِنا، فالصابونُ والمنظِّفاتُ المنزليّةُ تَحتوي على قواعدَ، ولَها أهمّيّةٌ في بعضِ العمليّاتِ الحيويّةِ؛ فحَمضُ الهيدروكلوريك يُفرَزُ في المعِدَةِ ويُساعدُ على الهضمِ. وسنتعرَّفُ إلى الحُموضِ والقواعدِ وخصائصِ كلٍّ منْها في هذا الدرسِ.

الحُموضُ Acids

تتميّزُ العديدُ منَ الفواكهِ بطعمِها الحَمضيِّ، والحُموضُ الموجودةُ في هذهِ الأغذيةِ هيَ المسؤولةُ عنْ هذا الطعمِ؛ فالليمونُ والبرتقالُ يَحتويان على حَمضِ السيتريك، أنظرُ إلى الشكلِ (1). ويَحتوي اللبنُ على حَمضِ اللاكتيك، كما يَحتوي الخلُّ على حَمضِ الإيثانويك (الأسيتيك).

توجدُ حُموضٌ مُحضَّرةٌ صناعيًّا أوْ في المختبرِ، وتتميّزُ محاليلُها بطعمِها الحَمضيِّ اللاذعِ، ولكنْ يجبُ عدمُ تذوُّقِها أوْ شمِّها أوْ

الشكلُ (1): بعضُ الفواكهِ التي تَحتوي على الحُموضِ.

الجدولُ (1): أسماءُ بعضِ الحُموضِ وصيغُها الكيميائيّةُ.

اسمُ الحَمضِ	الصيغةُ الكيميائيّةُ
حَمضُ الهيدروكلوريك	HCl
حَمضُ النيتريك	HNO_3
حَمضُ الكبريتيك	H_2SO_4

لمسِها لتمييزِها عنْ أنوعِ الموادِّ الكيميائيّةِ الأخرى، ويجبُ الحذرُ عندَ استخدامِها؛ فهيَ حارقةٌ للجلدِ والأنسجةِ كالأقمشةِ والورقِ، وتُسبِّبُ تآكلَ كثيرٍ منَ الموادِّ، كما أنَّ بعضَها سامٌّ. تُعرَفُ الحُموضُ **Acids** بأنَّها موادُّ تُنتِجُ أيوناتِ الهيدروجينِ H^+ عندَ ذوبانِها في الماءِ. والجدولُ (1)، يتضمّنُ أسماءَ بعضِ الحُموضِ وصيغَها الكيميائيّةَ.

أُلاحِظُ أنَّ هذهِ الحُموضَ تَحتوي على ذرّةِ هيدروجينٍ أوْ أكثرَ في تركيبِها، وعندَ تأيُّنِها في الماءِ تُنتِجُ أيوناتِ الهيدروجينِ الموجبةَ H^+ وأيوناتٍ سالبةً أُخرى تختلفُ باختلافِ الحَمضِ، كما في المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$$

إذْ يُشيرُ الرمزُ (aq) إلى المحلولِ المائيِّ؛ ما يَعني أنَّ المادّةَ ذائبةٌ في الماءِ. وتُعدُّ أيوناتُ الهيدروجينِ H^+ المسؤولةَ عنِ الخصائصِ الحَمضيّةِ للمحلولِ. ولكنْ، هل تَحتوي الحُموضُ جميعُها على ذرّةِ الهيدروجينِ في تركيبِها؟ لمعرفةِ ذلكَ، أدرسُ المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$$

$$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$$

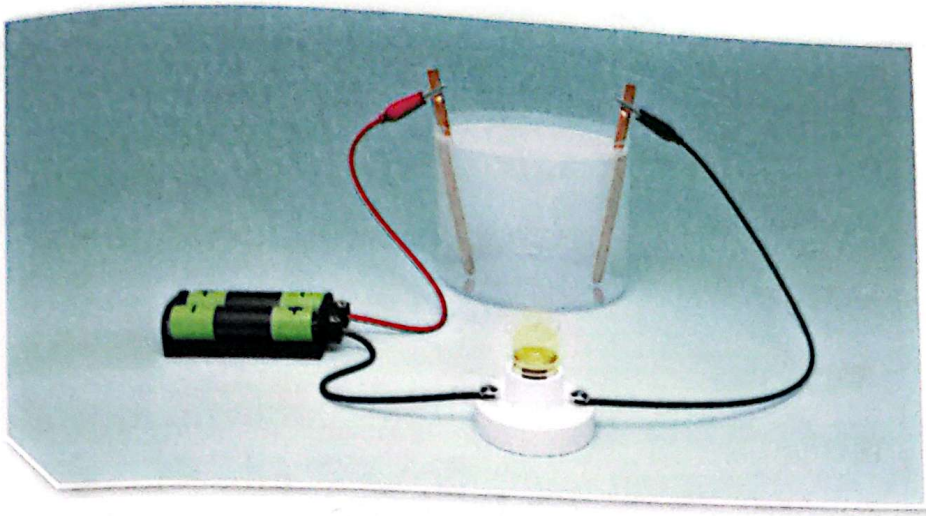
أُلاحِظُ أنّ غازَ CO_2 يذوبُ في الماءِ مكوِّنًا حَمضَ الكربونيك H_2CO_3 الذي يتأيَّنُ في الماءِ منتِجًا أيوناتِ الهيدروجينِ H^+؛ لذا، يُعدُّ محلولُهُ حَمضيًّا. ويُعدُّ غازُ CO_2 أكسيد حمضي **Acidic Oxide** وهوَ أُكسيدُ عنصرٍ لافلزّيٍّ يُنتِجُ حَمضًا عندَ ذوبانِهِ في الماءِ.

أفكّرُ: يُعدُّ ثاني أُكسيدِ النيتروجين NO_2 أُكسيدًا حَمضيًّا.

✓ **أتحقّقُ:** أكتبُ معادلةً كيميائيّةً تُبيِّنُ تأيُّنَ حَمضِ الهيدرويوديك HI في الماءِ.

الربطُ بالرياضةِ

يُتَّهَمُ حَمضُ اللاكتيك بأنَّهُ المسؤولُ عنْ ألمِ العضلاتِ الذي يشعرُ بهِ الشخصُ بعدَ ممارسةِ التمارينِ الرياضيّةِ الشاقّةِ؛ إذْ إنَّهُ يتراكمُ فيها. وقدْ أثبتتِ الدراساتُ الحديثةُ أنَّ سببَ الألمِ هوَ تمزُّقاتٌ دقيقةٌ تحدثُ في العضلاتِ والتِهابُ هذهِ التمزُّقاتِ وليسَ تراكمَ الحَمضِ فيها، فهوَ يَختفي منَ العضلاتِ بعدَ ساعةٍ تقريبًا مِنْ تكوُّنِهِ، بينَما يحدثُ الألمُ بعدَ ما يُقاربُ (24) ساعةً منْ ممارسةِ التمارينِ.



الشكلُ (2): توصيلُ محلولِ HNO_3 للتيّارِ الكهربائيِّ.

خصائصُ الحُموضِ Properties of Acids

توصِلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائيَّ.

تتأيّنُ الحُموضُ في الماءِ وتُنتِجُ أيونات هيدروجين موجبةً وأيونات أُخرى سالبةً حرَّةَ الحركةِ؛ لذا، فإنَّ محاليلَ الحُموضِ موصلةٌ للتيّارِ الكهربائيِّ، فمثلًا: يتأيّنُ حَمضُ النيتريك HNO_3 في الماءِ مُنتِجًا أيون الهيدروجين H^+ وأيون النترات NO_3^- وَفقَ المعادلةِ:

$$HNO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

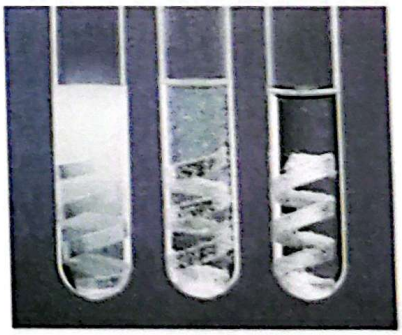
ويُفسِّرُ وجودُ هذهِ الأيونات الحرَّةِ الحركةِ، توصيلَ محلولِ حَمضِ النيتريك للتيّارِ الكهربائيِّ، أنظرُ إلى الشكلِ (2).

تتفاعلُ معَ الفلزّات

تتفاعلُ محاليلُ الحُموضِ معَ بعضِ الفلزّات منتِجةً الملحَ وغازَ الهيدروجين؛ إذْ يحلُّ الفلزُّ محلَّ ذرّةِ الهيدروجين في الحَمضِ، فمثلًا: يتفاعلُ فلزّ المغنيسيوم معَ حَمضِ الهيدروكلوريك ويُنتِجُ غازَ الهيدروجين H_2 وملحَ كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ كما في الشكلِ (3)، والمعادلة الآتيةُ تُمثِّلُ التفاعلَ:

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

أُلاحِظُ منَ المعادلةِ أنَّ المغنيسيوم Mg حلَّ محلَّ الهيدروجين في حَمضِ الهيدروكلوريك HCl.



الشكلُ (3): تفاعلُ فلزّ المغنيسيوم معَ حَمضِ HCl.

The Strength of Acids and Bases قوّةُ الحُموضِ والقواعدِ

توصفُ الحُموضُ أوِ القواعدُ بأنّها قويّةٌ أوْ ضعيفةٌ بناءً على درجةِ التأيُّنِ Degree of Ionisation لكلٍّ مِنهما في الماءِ، وتُعبِّرُ درجةُ التأيُّنِ على قدرةِ الحُموضِ أوِ القواعدِ على التأيُّنِ إلى أيونات موجبةٍ وسالبةٍ، وتُساوي نسبةُ جزيئاتِ الحَمضِ التي تحوّلتْ إلى أيونات مقارنةً بالجزيئاتِ الكلّيّةِ لهُ في المحلولِ (وهوَ ما ينطبقُ على القواعدِ أيضًا).

فيكونُ الحَمضُ قويًّا Strong Acid عندما يتأيّنُ كلّيًّا في الماءِ؛ ما يعني أنَّ محلولَهُ يَحتوي فقَط على أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات أُخرى سالبةٍ في الماءِ، وعندَ كتابةِ معادلةِ تأيُّنِ الحُموضِ القويّةِ؛ يُكتبُ السهمُ باتِّجاهٍ واحدٍ (→) للدلالةِ على التأيُّنِ الكلّيِّ، كما في المعادلةِ الآتيةِ:

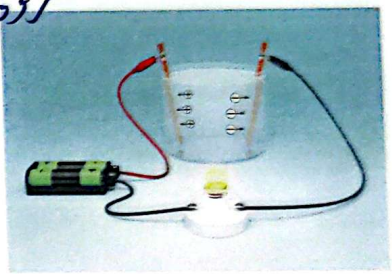
$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ويكونُ الحَمضُ ضعيفًا Weak Acid عندَما يتأيّنُ جزئيًّا في الماءِ؛ ما يعني أنَّ محلولَهُ يَحتوي على أيونات H^+ والأيونات السالبةِ وجزيئاتِ الحَمضِ. وعندَ كتابةِ معادلةِ تأيُّنِ الحُموضِ الضعيفةِ؛ يُكتب السهمُ باتِّجاهين متعاكسين (⇌) للدلالةِ على التأيُّنِ الجزئيِّ، كما في المعادلةِ الآتيةِ التي تُمثِّلُ تأيُّنَ حَمضِ الإيثانويك (الأسيتيك) الضعيفِ في الماءِ:

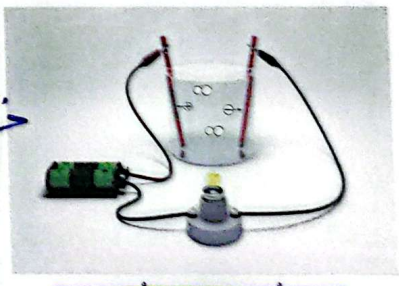
$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

كلّما كانَ الحَمضُ أقوى كانتْ قدرتُهُ على إنتاجِ أيونات H^+ أكبرَ، واحتوى محلولُهُ على نسبةٍ أكبرَ منَ الأيونات الموجبةِ والسالبةِ الحرَّةِ الحَركةِ، وزادتْ قدرتُهُ على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ. فمثلًا؛ عندَ مقارنةِ التوصيلِ الكهربائيِّ لمحلولِ حَمضِ HCl القويِّ، ومحلولِ الحَمضِ HF الضعيفِ (المتساويَينِ في التركيزِ) يُلاحظُ أنَّ إضاءةَ المِصباحِ في الشكلِ (7. a) أقوى مِنها في الشكلِ (7. b)؛ ما يدلُّ على أنَّ قدرةَ حَمضِ HCl على إيصالِ التيّارِ الكهربائيِّ أكبرُ مِنها لحمضِ HF.

عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ الحُموضِ القويّةِ والضعيفةِ معَ الفلزّات، أُلاحِظُ أنّهُ كلّما كانَ الحَمضُ أقوى كانتْ سرعةُ تفاعلِهِ مع الفلزّات أكبرَ، أيْ إنَّ التفاعلَ يستغرقُ زمنًا أقلَّ. فمثلًا: عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ

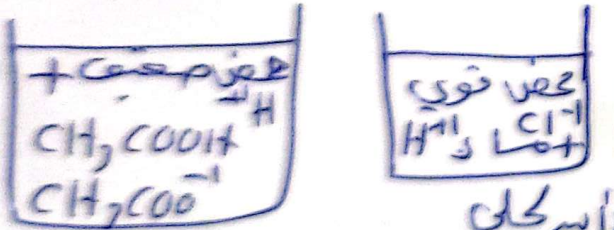


الشكلُ (7.a): توصيلُ محلولِ حَمضِ HCl للتيّارِ الكهربائيِّ.



الشكلُ (7.b): توصيلُ محلولِ حَمضِ HF للتيّارِ الكهربائيِّ.

CH_3COOH HCl



صاد

ناتج محلول فقط أيونات

جزيئات حمض + أيونات

فلزّ الخارصين Zn معَ محلولَينِ مُتساويَين في التركيزِ منْ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl وحَمضِ الإيثانويك CH_3COOH؛ فإنَّ سرعةَ تفاعلِ الخارصين Zn مع حَمضِ HCl أكبرَ، ويتصاعدُ غازُ الهيدروجين بسرعةٍ أكبرَ، مقارنةً بسرعةِ تفاعلِ حَمضِ الأيثانويك.

كما تتأيَّنُ القواعدُ القويّةُ **Stronge Bases** كلِّيًّا في الماءِ منتِجةً أيونات OH^- وأيونات موجبةً أُخرى، فمثلًا: يتأيَّنُ هيدروكسيد الليثيوم

افكر: أيُّ الحَمضَينِ أكثرُ قدرةً على توصيل التيّارِ الكهربائيِّ عندَ

حمض قوي ناتج محلي

NaOH أو NH_3

الجدول (3): بعضُ الحُموضِ والقواعدِ القويّةِ والضعيفةِ.

حُموضٌ قويّةٌ	حَمض الهيدروكلوريك HCl	
	حَمض الهيدروبروميك HBr	قواعدُ قويّةٌ
	حَمض النيتريك HNO_3	
	حَمض الكبريتيك H_2SO_4	
	حمض هيدرويوديك HI	
حُموضٌ ضعيفةٌ	حَمض الهيدروفلوريك HF	قواعدُ ضعيفةٌ
	حَمض الإيثانويك CH_3COOH	
	حَمض الفسفوريك H_3PO_4	

حمض ميثانويك HCOOH

الأمونيك H_2CO_3