أنت الشخص الوحيد في هذا العالم
الذي يعلم كيف تعيش حياتك.
تقبل حياتك اليوم كما هي بكل عيوبها
ونقائصها وآمالها وخيبات أملها،
وألهم الآخرين بأن يعيشوا حياتهم
بشكل واقعي وباستمتاع تام، وذلك
بأن تظهر لهم الإيمان والثقة اللذان
تعيش بهما حياتك. كن قدوة لهم.

تقويم الدرس السابق

هنا

هنا

هنا

هنا

هنا

هنا

الفصل الثاني

الأحماض والقواعد Acids and Bases

الفكرة العامة

يمكن تعريف الأحماض والقواعد باستعمال مفردات، منها: أيونات الهيدروجين، أزواج الإلكترونات

٢-١ مقدمة في الأحماض والقواعد

٢-٢ قوة الأحماض والقواعد

٢-٣ أيونات الهيدروجين والرقم الهيدروجيني

٢-٣ التعادل

الفصل الثاني

الأحماض والقواعد Acids and Bases

ماذا نشاهد في الصورة؟

حقائق كيميائية

- تعد pH=8.2 قيمة مقبولة عموما للأحياء المائية، إلا أن المحافظة على هذه القيمة في حوض السمك لا يضمن استمرار نمو المخلوقات التي تعيش فيه بصورة طبيعية.
- تستطيع القشريات التي تعيش في المياه العذبة في أمريكا الجنوبية، العيش في مياه لها رقم هيدروجيني pH بين 6.4 و 7 ، في حين تعيش القشريات الإفريقية في مياه pH لها بين 8 و 9.2

التجربة الاستهلالية

التحليل

صنف المواد في مجموعتين بناء على مشاهداتك.

المجموعتان هما الأحماض والقواعد

صنف كيف تختلف المجموعتان؟ وماذا يمكن أن تستنتج

تتفاعل المواد مع تباع الشمس والفنيولفثالين، بناء على المجموعة التي تنتمي إليها

ما هي الكلمة التي تصف الشعور الذي تحصل عليه عند ملامسة الصابون؟

زلق

يناقش هذا الفصل الأحماض والقواعد. ما هي المصطلحات أو المفردات التي ترد إلى عقلك عند ذكر مصطلحي الأحماض والقواعد؟

الموصلية والتذوق.

ما هو موضوع
درسنا لهذا اليوم؟

قوة الأحماض
والقواعد

ماذا أعرف؟

ماذا اريد أن أعرف؟
تصفح الدرس

الأهداف

- تحدد الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض والقواعد
- تصنف المحاليل إلى حمضية، او قاعدية، أو متعادلة
- تقارن بين نظريات أرهينيوس، وبرونستد – لوري، ولويس للأحماض والقواعد

تراكيب لويس
نموذج يستعمل التمثيل النقطي للإلكترونات؛
ليبين كيفية ترتيب الإلكترونات في الجزيئات.

مراجعة المفردات

المحلول الحمضي، المحلول القاعدي، نظرية أرهينيوس، نظرية برونستد – لوري، الحمض المرافق (المقترن)، القاعدة المرافقة (المقترنة)، الأزواج المترافقة، مواد مترددة (أمفوتيرية) نظرية لويس

المفردات الجديدة

الفكرة الرئيسة

تساعد النماذج المختلفة على وصف سلوك الأحماض والقواعد.

إن التصنيف الأكثر شيوعًا للمواد هو تصنيفها إلى أحماض وقواعد. ويمكن تمييز الأحماض من الطعم اللاذع لبعض المشروبات المفضلة لديك، أو الرائحة الحادة لبعض القواعد مثل الأمونيا في بعض المنظفات المنزلية.

الربط مع الحياة

خواص الأحماض والقواعد

ما المشاعر والأحاسيس التي تشعري بها عندما تذوقك قطعة ليمون أو مشروب غازي؟

الطعم الحامض والاحساس اللاذع

ما الشيء المشترك بينهم؟

تحتوي على مواد حمضية

ما الشعور الذي تشعري به عند فتحك
لعلب المنظفات المنزلية أو غسل يدك بالصابون ؟

رائحة نفاثة
تكون رغوة وملمس زلق

ما الشيء المشترك بينهم؟

تحتوي على مواد قاعدية

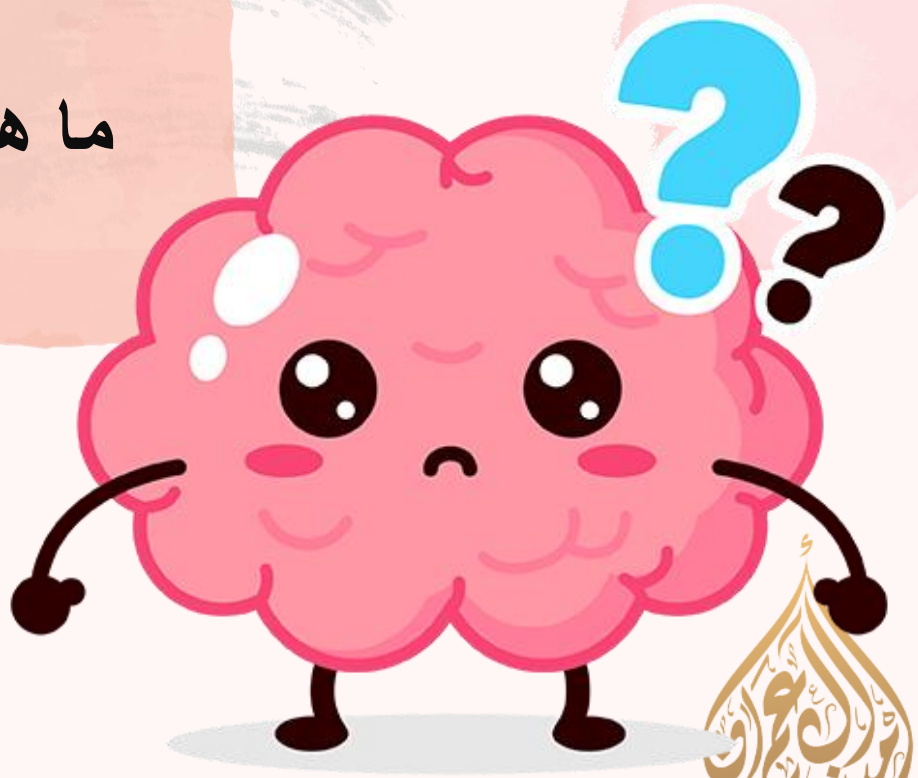
أمثلة على الأحماض

- حمض الميثانويك (الفورميك) يفرزه النمل عندما يشعر بالخطر ينبّه أفراد المستعمرة كلها
- المطر الحمضي يؤدي إلى تكوين كهوف كبيرة في الصخور الجيرية، وتؤدي أيضًا إلى تلف الأبنية والمواقع الأثرية القيِّمة مع مرور الزمن
- بعض النكهات في المشروبات والأطعمة
- حمض المعدة يساعد على هضم الطعام

أمثلة على القواعد

- الصابون
- الأقراص المضادة للحموضة التي قد تتناولها عند اضطراب المعدة
- بعض أنواع المنظفات

ما هي خواص الأحماض والقواعد؟



عدم تذوق أو لمس
الأحماض او
القواعد في المختبر

الخواص الفيزيائية

الأحماض	القواعد
طعمها لاذع توصل الكهرباء	طعمها مر توصل الكهرباء ملمسها زلق

يبين الشكل نبتتين تنموان في تربتين مختلفتين، فإحداهما تنمو في تربة حمضية، والأخرى تنمو في تربة قاعدية (قلوية)

الشكل ٢-١

تنمو الأثل (١) بكثرة في المملكة العربية السعودية وتمتاز بتحملها للأراضي القلوية والمالحة.

تكثر زراعة الزيتون (٢) في منطقة الجوف بالمملكة العربية السعودية وتمتاز شجرة الزيتون بتحملها لدرجات الحرارة العالية والقدرة على العيش في تربة حامضة

لماذا المشروبات الغازية تمتاز بالطعم اللاذع؟

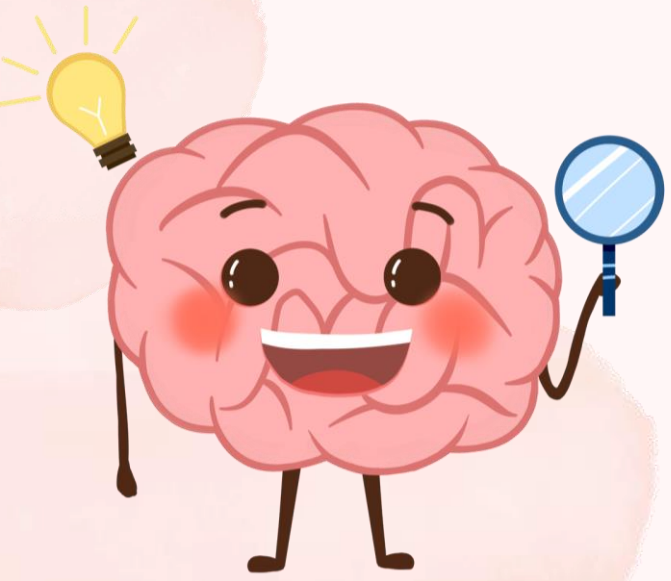
بسبب احتوائها على حمضي الكربونيك H_2CO_3 والفوسفوريك H_3PO_4

لماذا الليمون والجريب فروت تمتاز بالطعم اللاذع والحمض ؟

لاحتوائهما على حمضي الستريك والأسكوربيك

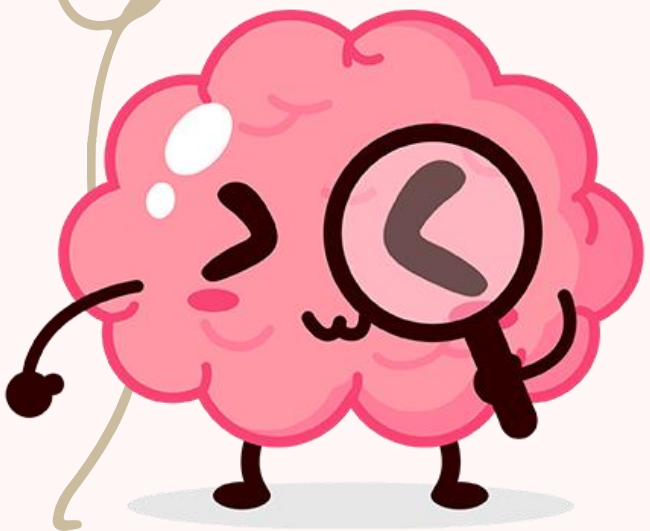
لماذا طعم الخل يمتاز بالطعم اللاذع؟

لاحتوائه على الحمض



ما هو سبب عدم دخول السيارات في الاماكن التي تحتوي على اثار؟

بسبب الغازات الناتجة من السيارات التي تساهم بظاهرة المطر الحمضي
وتؤدي إلى تلف البنية والمواقع الأثرية وهذا دور سلبي.



الشكل ٢-٢

يستعمل حمض الهيدروكلوريك HCl وهو حمض قوي في تنظيف السيراميك. كما يساعد هيدروكسيد الصوديوم NaOH وهو قاعدة قوية على تسليك المصارف المسدودة

تحول الأحماض ورق تباع الشمس الأزرق إلى أحمر

تحول القواعد ورق تباع الشمس الأحمر إلى أزرق

الخواص الكيميائية

الأحماض

- تغير لون ورقة تباع الشمس الأزرق إلى الأحمر
- تتفاعل مع الفلزات وتنتج غاز H_2
- تتفاعل مع كربونات الفلزات وتنتج غاز CO_2
- لا تغير لون الفينولفيثالين

القواعد

- تغير لون ورقة تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق
- تتفاعل مع الأحماض وتنتج ماء وملح
- تغير لون الفينولفيثالين إلى الوردي

سؤال ٦ قارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض والقواعد.

	الأحماض	القواعد
الخواص الفيزيائية	▪ طعمها لاذع ▪ توصل للكهرباء	▪ طعمها مر ▪ توصل الكهرباء ▪ ملمسها زلق
الخواص الكيميائية	▪ تغير لون ورقة تباع الشمس الأزرق إلى الأحمر ▪ تتفاعل مع الفلزات وتنتج غاز H_2 ▪ تتفاعل مع كربونات الفلزات وتنتج غاز CO_2 ▪ لا تغير لون الفينولفيثالين	▪ تغير لون ورقة تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق ▪ تتفاعل مع الأحماض وتنتج ماء وملح ▪ تغير لون الفينولفيثالين إلى الوردي

الخواص الكيميائية للأحماض

١- تفاعل الأحماض مع الفلزات

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

٢- تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات

$$NaHCO_3 + CH3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

تقويم

١- اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات بين

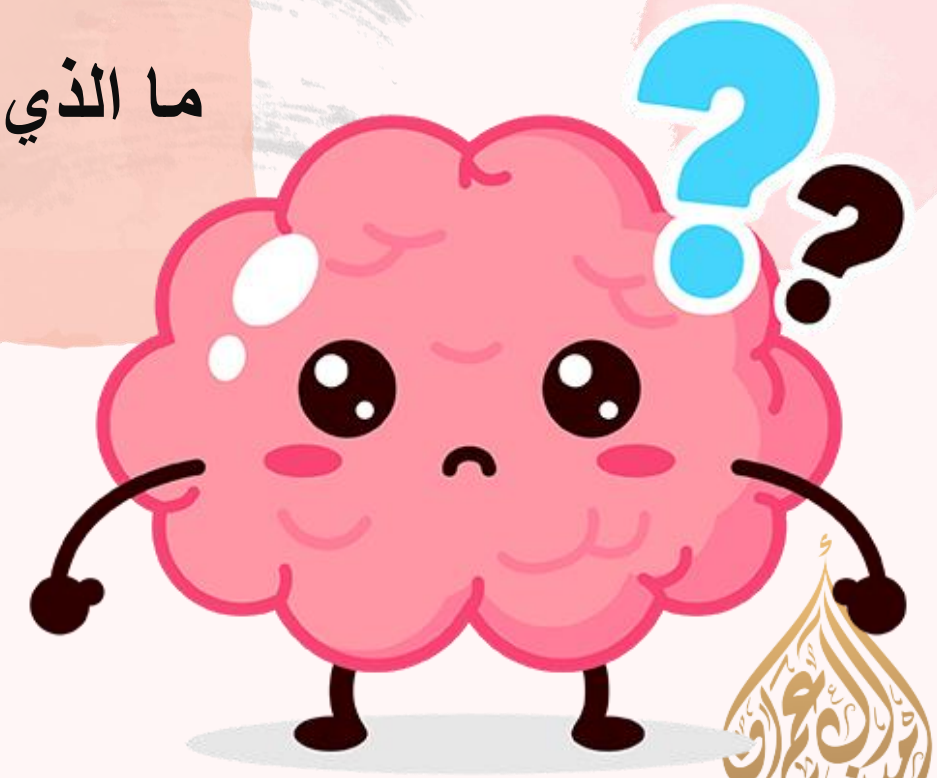
الألومنيوم وحمض الكبريتيك؟

$$2Al_{(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO)_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$

كربونات الكالسيوم وحمض الهيدروبروميك

$$CaCO_{3(s)} + 2HBr_{(aq)} \rightarrow CaBr_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

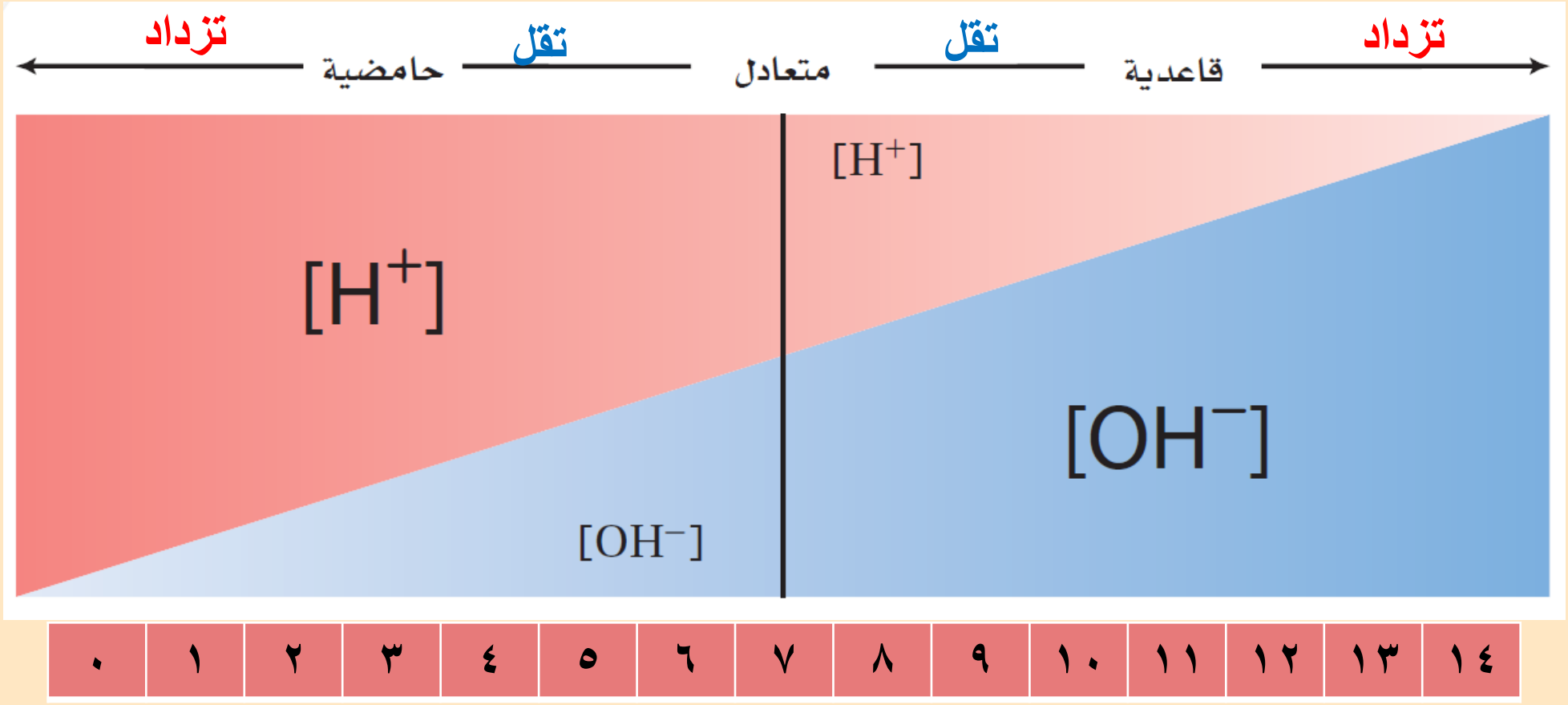
ما الذي يحدد إذا كان المحلول حمضياً أم قاعدياً أم متعادلاً؟



الشكل ٢-٣

لاحظ كيف يتغير كل من [H^+] و [OH^-] في وقت واحد

فعندما يقل [H^+] إلى جهة اليمين تزداد قيمة [OH^-] إلى اليسار



حدد على الرسم النقطة التي يكون عندها تركيزا الأيونين متساويين

أيونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد

تحتوي المحاليل المائية جميعها على أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^- . وتحدد الكميات النسبية من الأيونين ما إذا كان المحلول حمضيا أو قاعديا أو متعادلا. والمحاليل المتعادلة ليست حمضية ولا قاعدية.

المحلول الحمضي

يحتوي أيونات الهيدروجين H^+ أكثر من أيونات الهيدروكسيد OH^-

$$[H^+] > [OH^-]$$

المحلول القاعدي

يحتوي أيونات الهيدروكسيد OH^- أكثر من أيونات الهيدروجين H^+

$$[H^+] < [OH^-]$$

كيف يكون تركيز كل من أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد في المحلول المتعادل؟

المحلول المتعادل

يحتوي تركيزين متساويين من أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^-

$$[H^+] = [OH^-]$$

نوع المحلول

- حمضي
  - $[H^+] > [HO^-]$
- متعادل
  - $[H^+] = [HO^-]$
- قاعدي
  - $[H^+] < [HO^-]$

يمثل الشكل ٢-٤ كيف طور العلماء فهمهم للأحماض والقواعد.

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

الشكل 2-4 تاريخ الأحماض والقواعد

يرتكز الفهم الحالي للأحماض والقواعد على مساهمات علماء الكيمياء والأحياء والبيئة، وكذلك على المخترعين خلال 150 سنة مضت.

1869م اكتشفت الأحماض النووية مثل: DNA وRNA في نوى الخلايا.

1909م ساعد تطوير تدريج pH العلماء على تعريف حمضية المادة.

1865م إدخال الرذاذ المعقم الذي يحتوي على حمض الكربوليك (C_6H_5OH) (الفينول) للمرة الأولى والذي يعد بداية الجراحة الحديثة في أجواء معقمة.

1883م افترض أرهينيوس أن الأحماض تنتج أيونات الهيدروجين H^+، في حين تنتج القواعد أيونات الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.

1923م توسّع العلماء في تعريف الأحماض والقواعد، وقدَّموا تعاريف المستعملة حاليًّا.

وزارة التعـ

التأين الذاتي للماء

ما التأين الذاتي للماء؟

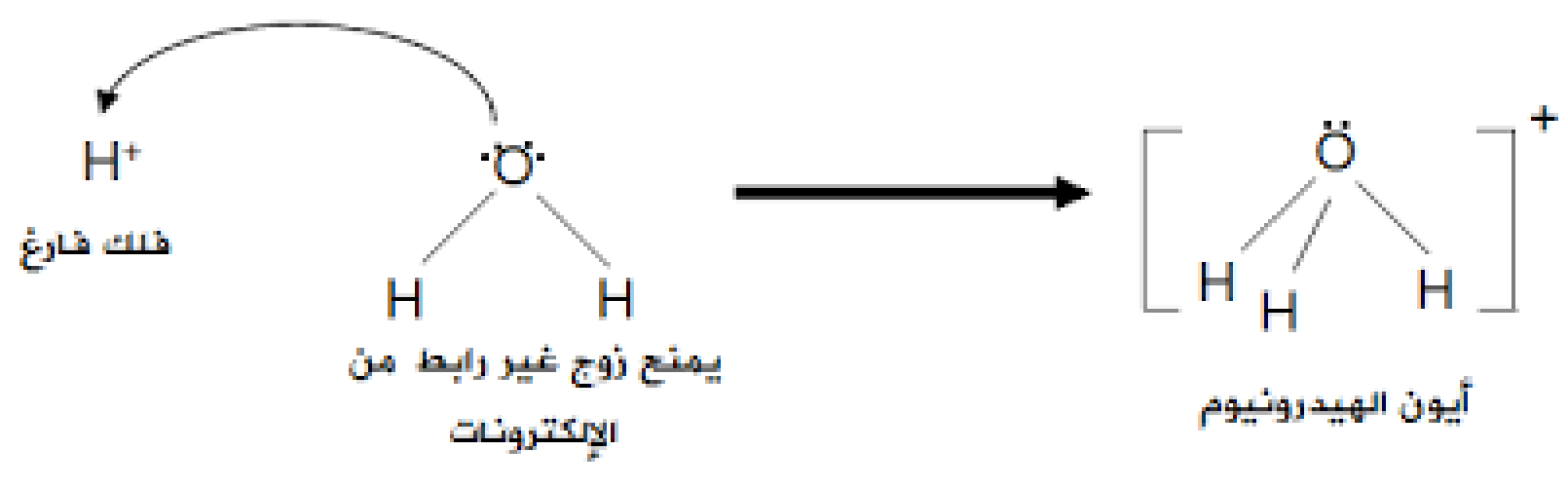
عبارة عن انتاج أعداد متساوية من أيون الهيدرونيوم وأيون الهيدروكسيد كما في المعادلة التالية:

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

التأين الذاتي للماء

ماذا يعني أيون الهيدرونيوم؟

عبارة عن أيون هيدروجين مرتبط مع جزيء ماء بواسطة رابطة تساهمية.



يمكن استخدام الرمزين H^+ أو H_3O بالتبادل أي وضع أحدهما مكان الآخر كما في المعادلة المبسطة للتأين الذاتي:

$$H_2O_{(l)} \leftrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

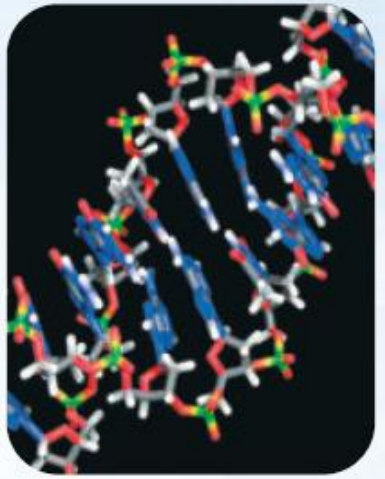
التأين الذاتي للماء
ينتج أيونات متساوية
من H^+ و OH^-

1933 – 1934م طوّر العلماء مقياس pH المحمول.

1980 – 1990م لا تحتوي مقاييس pH التي تشتمل على رقائق السليكون أجزاء زجاجية، وهي شائعة الاستعمال الآن في الصناعات الغذائية والتجميلية والدوائية.

2005م طوّر العلماء الأحماض المطورة، وهي أكثر حمضية من حمض الكبريتيك الذي تركيزه 100%. وتشمل تطبيقات هذه الأحماض إنتاج بلاستيك قوي وبنزين عالي الأوكتان.

2010 | 1990 | 1970 | 1950



1953م درس جايمس واطسون، وفرانسيس كريك، وروزالند فرانكلين الحمض النووي DNA، واضعين بذلك إطارًا للصناعة التكنولوجية الحيوية.

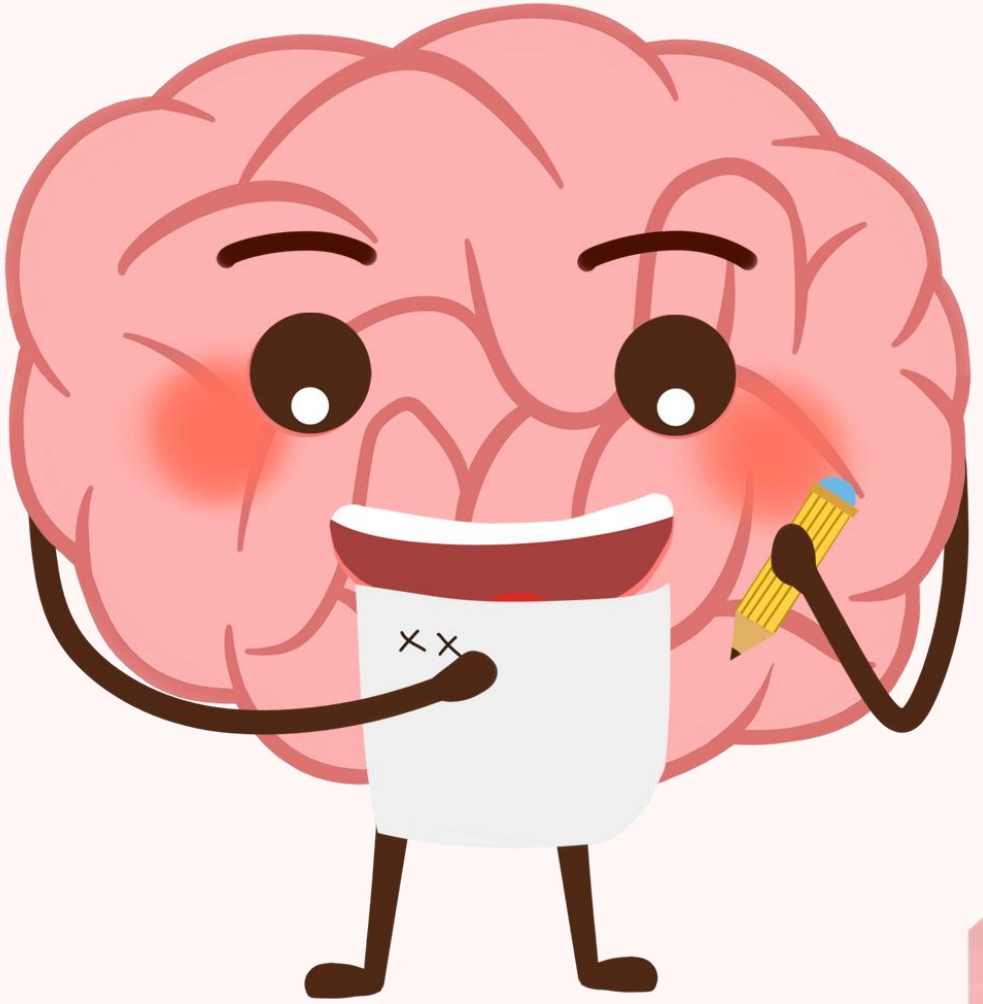
1963م اكتشف العلماء المطر الحمضي في أمريكا الشمالية؛ فقد بينت الدراسات أن المطر الملوث أكثر حمضية مئة مرة من المطر غير الملوث.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

الخلاصة

- أمثلة على الأحماض والقواعد
- خواص الأحماض والقواعد
- المحاليل الحمضية والقاعدية والمتعادلة
- التأين الذاتي للماء
- تحديد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضيا، أم قاعديا، أم متعادلا.

ماذا تعلمنا اليوم؟



هيا نفكر مع التحصيلي

طعمها مر

أ) المحاليل الحمضية
ب) المحاليل القاعدية
ج) المحاليل المتعادلة
د) المحاليل المترددة

الخاصية المشتركة بين الأحماض والقواعد

أ) قابلية التوصيل الكهربائي
ب) طعمها مر
ج) إنتاج أيونات الهيدروجين
د) إنتاج أيونات الهيدروكسيد

محاليل الأحماض تحول لون ورقة تباع الشمس

أ) الأزرق إلى الأحمر
ب) الأزرق إلى الأخضر
ج) الأحمر إلى الأصفر
د) الأحمر إلى الأزرق

محاليل القواعد تحول لون ورقة تباع الشمس

أ) الأزرق إلى الأحمر
ب) الأزرق إلى الأخضر
ج) الأحمر إلى الأصفر
د) الأحمر إلى الأزرق

مادة كيميائية يمكن أن تحول ورق تباع الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق

أ) HCl
ب) KCl
ج) CH_3COOH
د) NaOH

المحلول الحمضي يحوي أيونات الهيدروجين .... أيونات الهيدروكسيد

أ) نصف	ب) أقل من	ج) تساوي	د) أكثر من

تركيز أيونات الهيدروكسيد فيه أكثر من أيونات الهيدروجين

أ) المحلول الحمضي	ب) المحلول المتعادل	ج) المحلول القاعدي	د) المحلول المتردد

المحلول المتعادل يحوي تركيزين متساوين من أيونات الهيدروجين وأيونات.....

أ) الهيدروكسيد	ب) الأكسجين	ج) الكلوريد	د) النيتروجين

التأين الذاتي للماء ينتج أيونات H^+ وأيونات OH^-، حيث إن .....

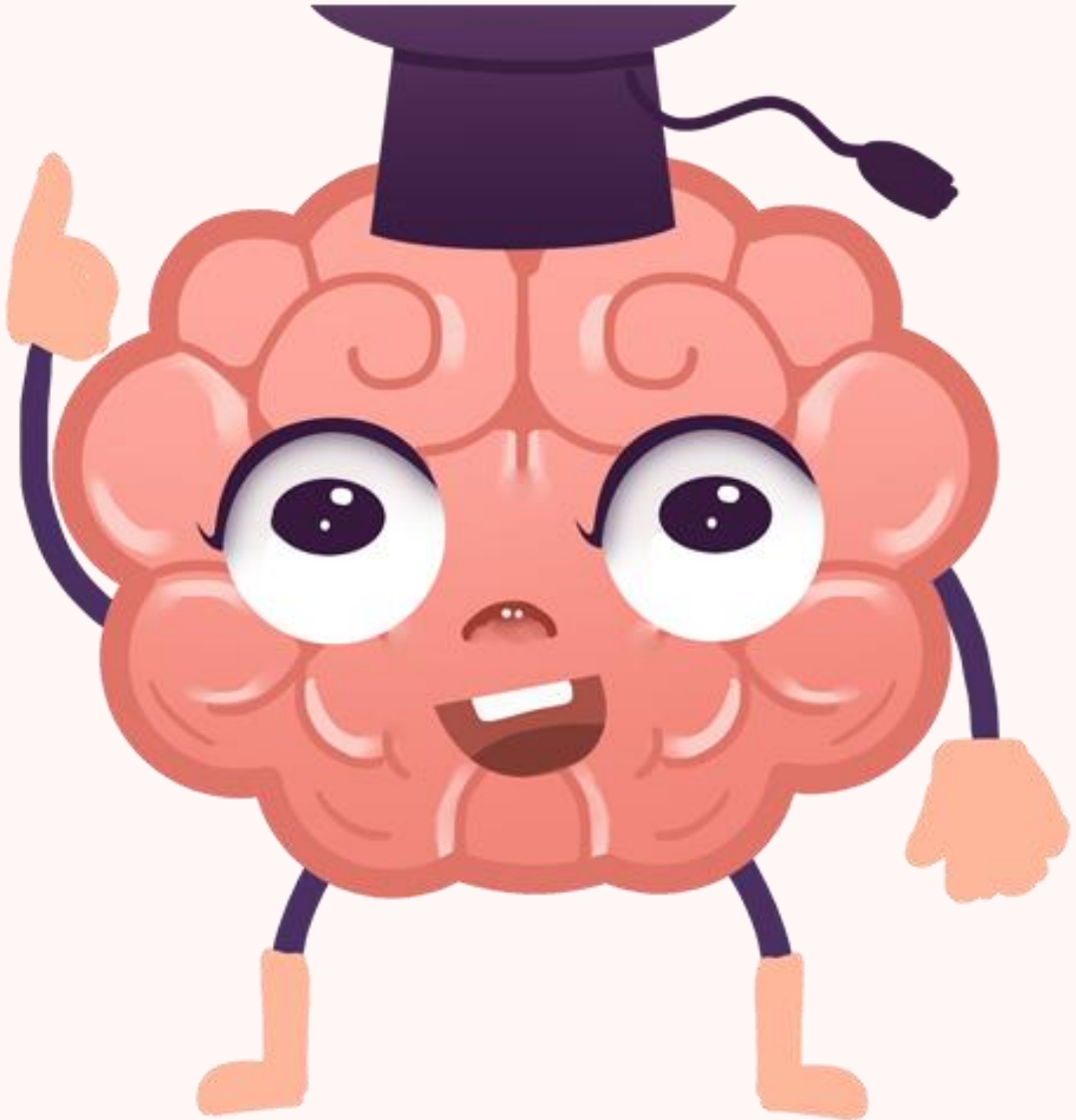
أ) عدد أيونات OH^- أكثر	ب) أعدادهما متساوية	ج) عدد أيونات H^+ أكثر	د) عدد أيونات H^+ أقل

أيون هيدروجين مرتبط مع جزيء ماء برابطة تساهمية

أ) H_3O^+	ب) OH^-	ج) H^+	د) H_2O

ارتباط الماء مع أيون الهيدروجين ينتج عنه أيون .....

أ) أمونيوم	ب) هيدروكسيد	ج) هيدرونيوم	د) هيدروجين



الواجب

الواجب

صفحة ٥٦

سؤال ٦: قارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض والقواعد؟

سؤال ٧: وضح كيف تحدد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضياً أم قاعدياً أم متعادلاً؟

نظريات الأحماض والقواعد

نظرية أرهينيوس

نظرية برونستد – لوري

نظرية لويس

إذا كان الماء النقي متعادلاً،
فكيف يصبح المحلول حمضياً
أو قاعدياً؟

نظرية أرهينيوس

سفانتِ أَوغُسْتْ أرهِنْيُوس هو عالم سويدي حصل على جائزة نوبل في الكيمياء لسنة ١٩٠٣
بسبب نظريته في الموصلية الكهربية الناشئة عن التفكك الأيوني للإلكتروليتات

ما فكرة أرهينيوس في تعريف الحمض والقاعدة

$$H_2O_{(l)} \leftrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

محلول حامضي

محلول قاعدي

قادته معادلة الماء النقي إلى اقتراح نموذج للأحماض والقواعد عرف باسم نموذج أرهينيوس عام ١٨٨٣

حمض أرهينيوس

الحمض مادة تحتوي على الهيدروجين، تتأين في المحاليل المائية منتجة أيونات الهيدروجين

$$HB \rightarrow H^{+}_{(aq)} + B^{-}_{(aq)} \qquad HCl \rightarrow H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

شروط الحمض: ١- يحتوي على أيونات هيدروجين ٢- يذوب في الماء وينتج أيون الهيدروجين

قاعدة أرهينيوس

القاعدة مادة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد، وتتفكك في المحلول المائي منتجة أيونات الهيدروكسيد

$$AOH \rightarrow A^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \qquad NaOH \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

شروط القاعدة: ١- يحتوي على أيونات الهيدروكسيد ٢- يذوب في الماء وينتج أيون الهيدروكسيد

نظرية أرهينيوس

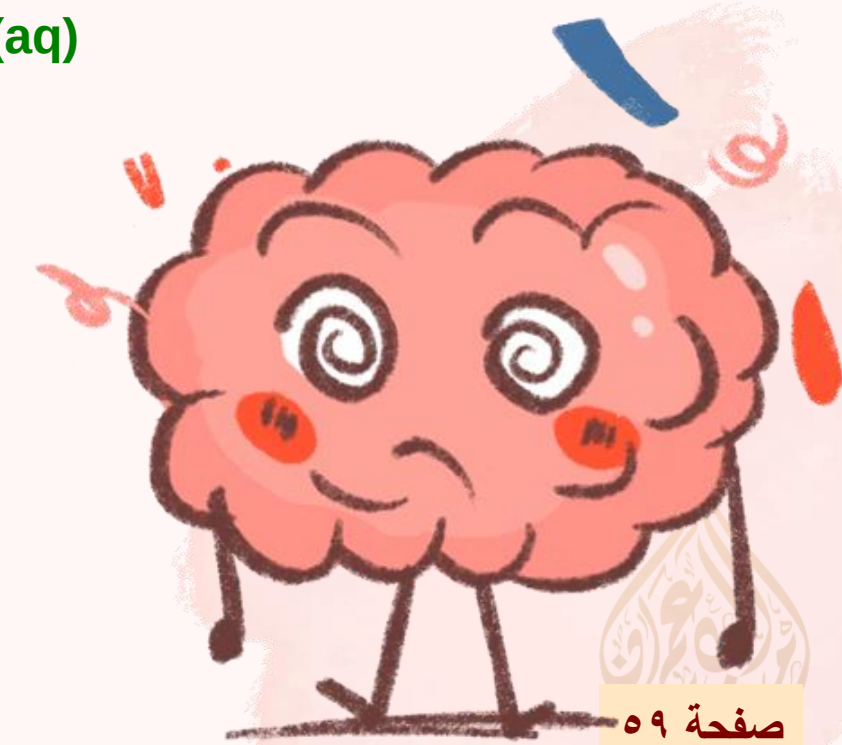
الأمونيا NH_3 وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 تنتج أيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول ولكنها لا تحتوي على OH^- ما التصنيف الذي يناسب بحسب تعريف أرهينيوس؟

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

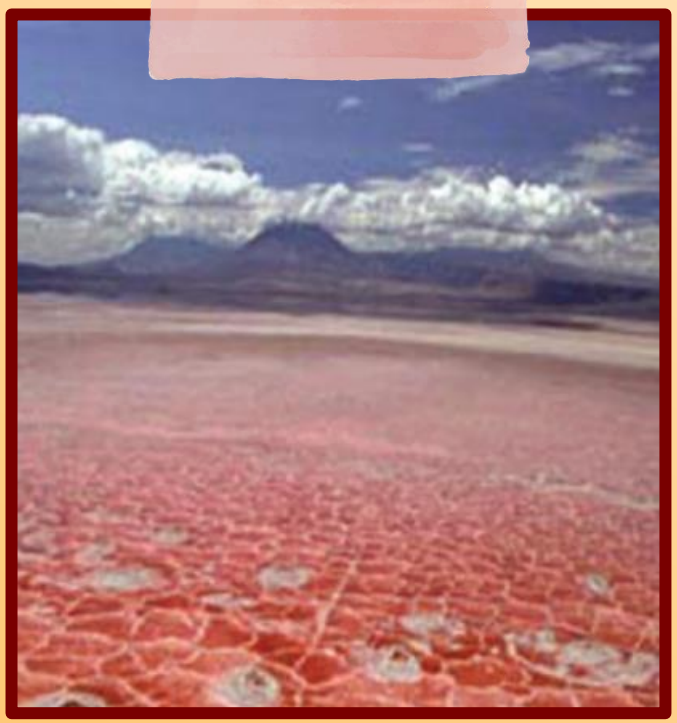
$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaHCO_3{}_{(aq)} + NaOH{}_{(aq)}$$

$$CO_3 + H_2O \rightarrow HCO^{3-}{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

سوف تكون قاعدة



وتعد كربونات الصوديوم المركب المسؤول عن جعل بحيرة ناترون في تنزانيا ذات وسط قاعدي



الشكل ٢-٥

تعد بحيرة ناترون في تنزانيا تجمعاً طبيعياً للمياه القاعدية. حيث تصب المياه في البحيرة حاملة معها كميات كبيرة من كربونات الصوديوم الذائبة من الصخور البركانية المحيطة دون أن تجد لها مخرجاً. ويزيد التبخر من تركيز هذا الملح، مخلفا قشرة بيضاء على السطح، وجاعلاً المياه عالية القاعدية

نظراً لهذا الاختلافات البيئية بسبب الأمطار الحمضية أو غيرها أدت إلى تغيرات في نوعية التربة والمياه وملائمتها للعيش

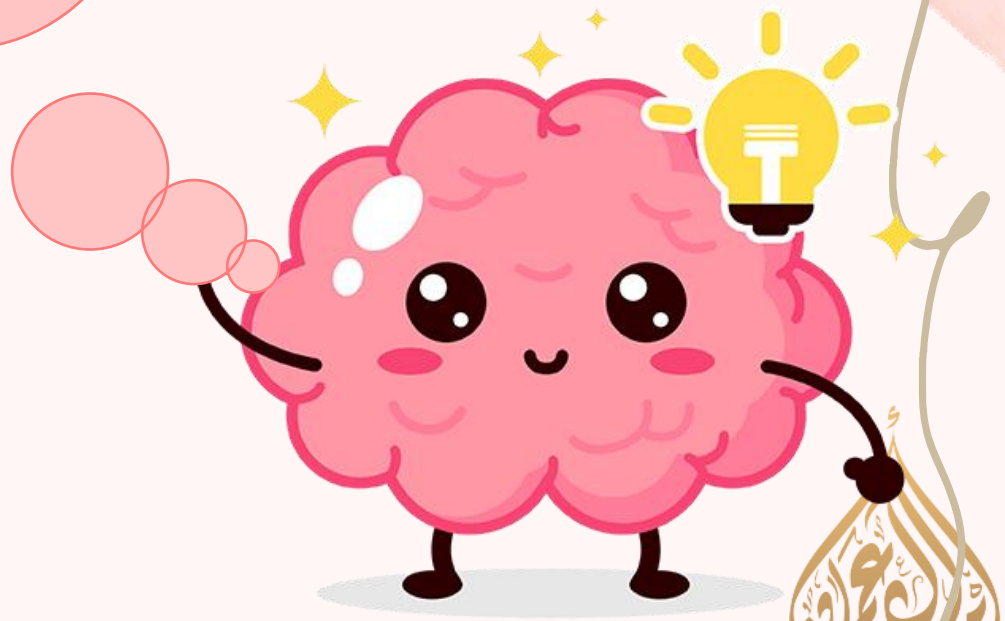
فأنشت المملكة المركز الوطني لتنمية الحياة الفطرية

للحفاظ على الحياة الفطرية والتنوع الاحيائي والنظم البيئية وتنميتها من خلال تعزيز المشاركة المجتمعية في برامج شاملة وفاعلة لتحقيق الاستدامة البيئية وتعظيم الفوائد الاجتماعية والاقتصادية

المركز الوطني
لتنمية الحياة الفطرية
National Center for Wildlife
المملكة العربية السعودية

ويعمل المركز منذ إنشائه على تطوير وتنفيذ خطط للتصدي للأخطار المحدقة بالحياة الفطرية في البر والبحر وإعادة تأهيل الأنواع التي انقرضت من البرية والأنواع المهددة بخطر الانقراض مستهدفة إعادة التوازن البيئي للنظم البيئية الطبيعية

هيا نفكر مع نظرية أرهينيوس



أي المركبات التالية تمثل حمض أو قاعدة على حسب نظرية أرهينيوس

الأحماض	القواعد
H_3PO_4	$Mg(OH)_2$
HCl	$Ca(OH)_2$
KOH	NaOH
HF	H_2SO_4
LiOH	HBr

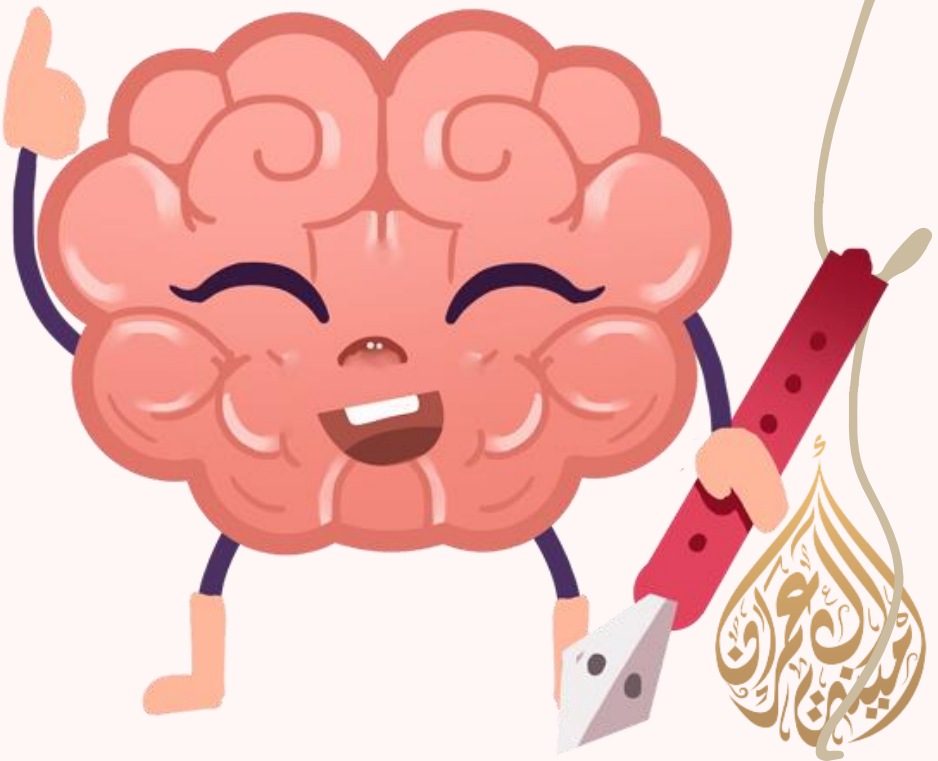
فسرت الكثير من المحاليل الحمضية والقاعدية

السلبيات

لم تفسر الخواص القاعدية لبعض القواعد التي لا تحتي أيون الهيدروكسيد مثل الأمونيا NH_3 وكربونات الصوديوم Na_2CO_3

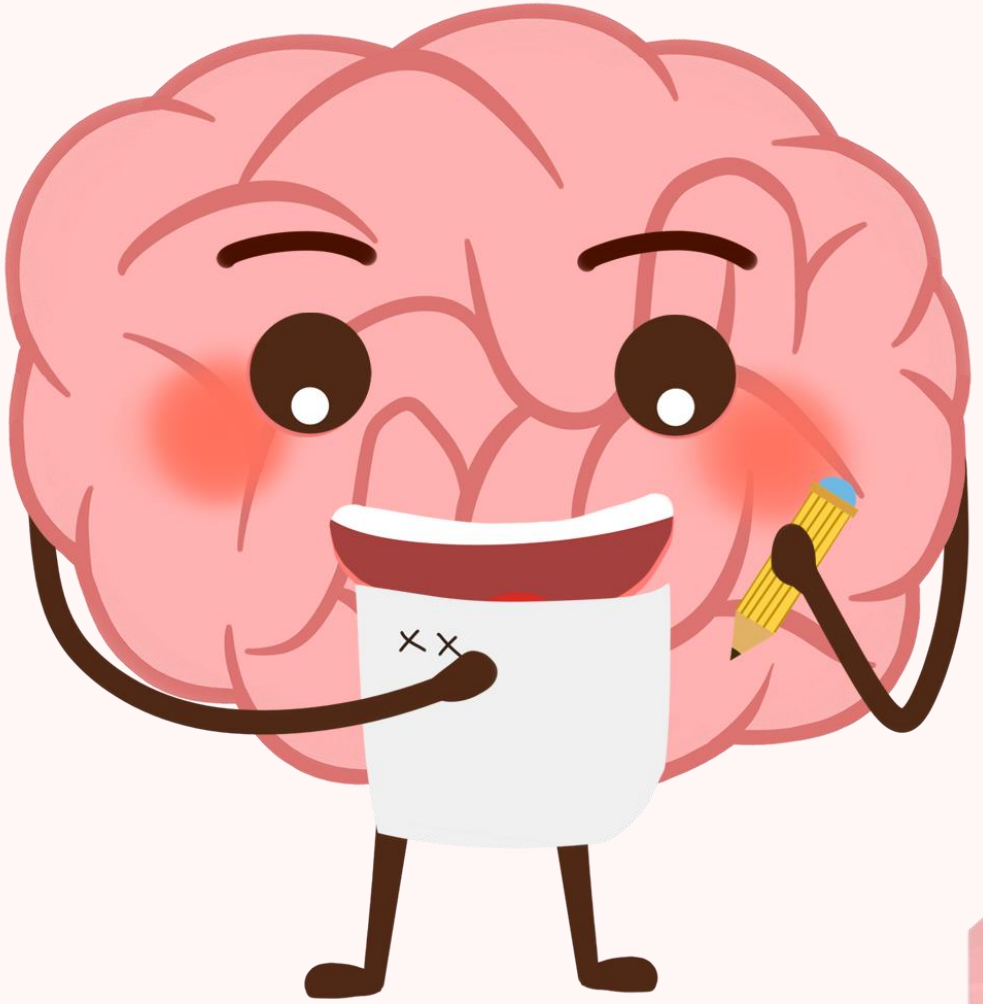
لم تفسر الخوص الحمضية أو القاعدية لمحاليل بعض الأملاح مثل NaF و KCN

لذا من الواضح أننا بحاجة إلى نظرية أكثر دقة تشمل القواعد جميعها.



الخلاصة

- يجب أن يحتوي حمض أرهينيوس على ذرة هيدروجين قابلة للتأين.
  ويجب أن تحتوي قاعدة أرهينيوس على مجموعة هيدروكسيد قابلة للتأين



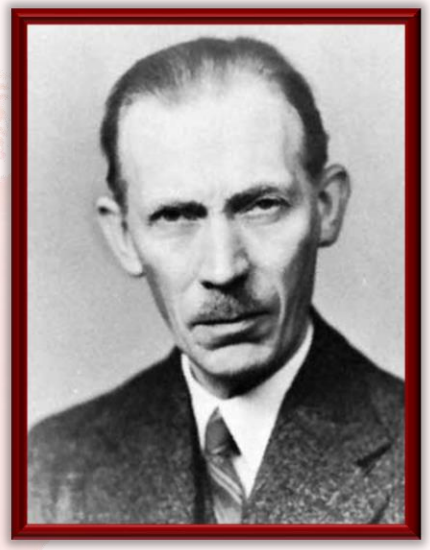
هيا نفكر مع التحصيلي

تعريف القاعدة حسب نظرية أرهينيوس، هي المادة التي ....

أ) تنتج H^+	ب) تنتج OH^-	ج) تمنح زوجاً من الإلكترونات	د) تستقبل زوجاً من الإلكترونات

أي التالي يمثل قاعدة حسب نظرية أرهينيوس

أ) CH_3COOH	ب) HCl	ج) H_2SO_4	د) $Mg(OH)_2$

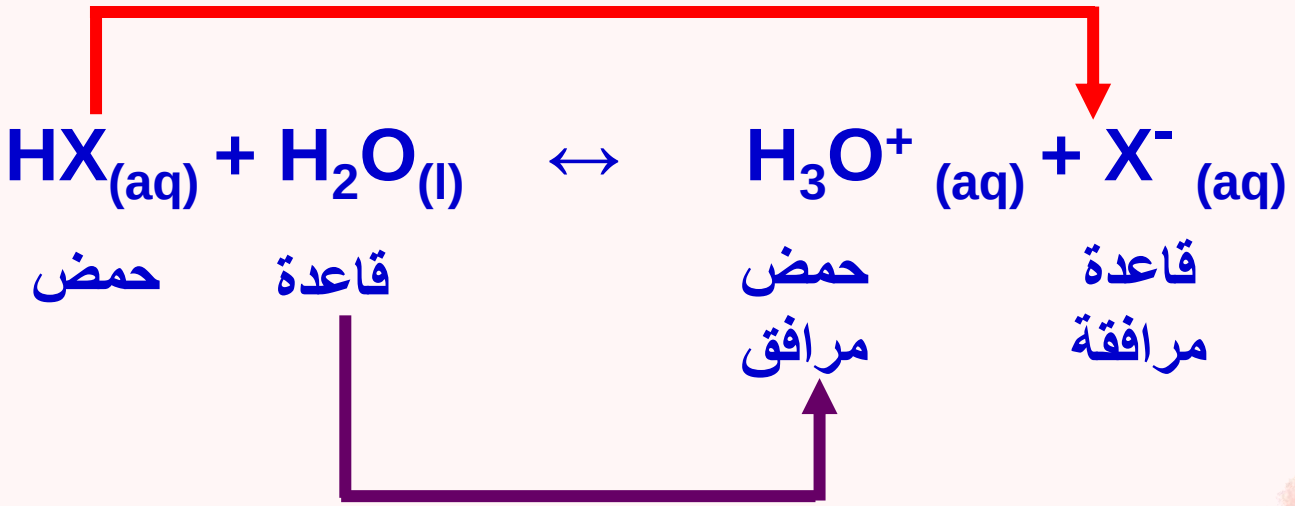


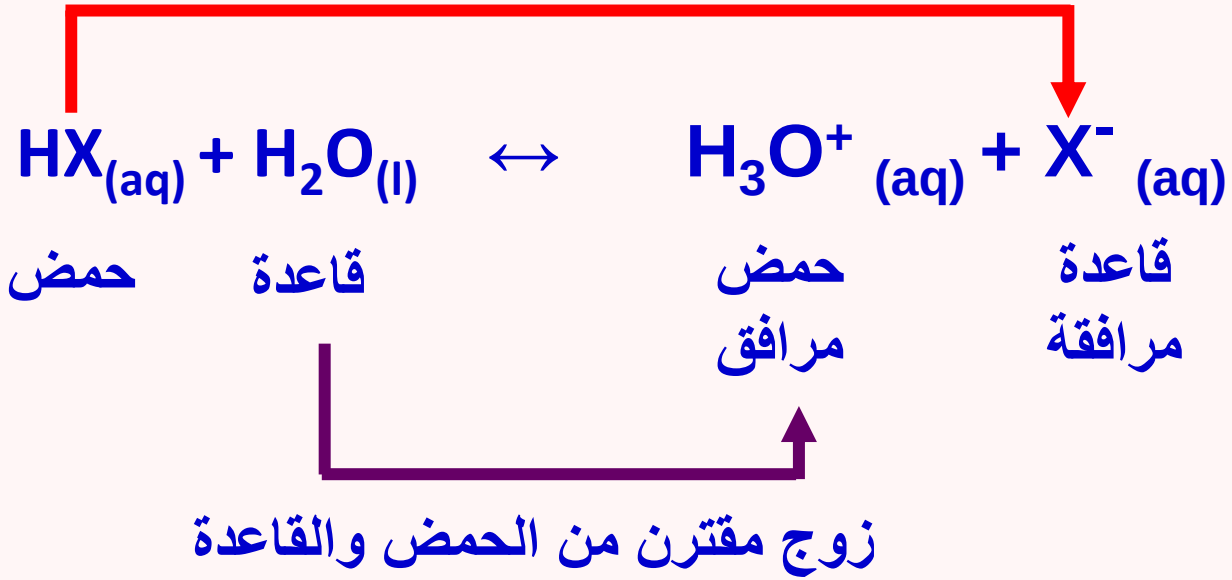
نظرية برونستد - لوري

يوهانس نيكولاوس برونستد، فيزيائي وكيميائي دنماركي
وفي عام ١٩٢٣ م قدم نظرية تفاعل حمض-قاعدة البروتونية في نفس الوقت
مع الكيميائي الإنكليزي توماس مارتن لوري هو كيميائي فيزيائي إنجليزي

نظرية برونستد - لوري

حمض برونستد – لوري	قاعدة برونستد – لوري
الحمض هو المادة المانحة لأيون الهيدروجين	القاعدة هي المادة المستقبلة لأيون الهيدرجين
يجب أن يحتوي على هيدروجين	يجب أن يكون لديها القدرة على استقبال الهيدروجين عند تفاعلها مع غيرها





١- جزيء الماء يكسب أيون H^+ ويسلك سلوك القاعدة

٢- جزيء الماء يصبح حمضاً وتكون صيغته H_3O^+ ويسمى أيون الهيدرونيوم، ويعد حمضاً، لأن لديه أيون +Hإضافياً يستطيع أن يمنحه

٣- جزيء الحمض يصبح مادة قاعدية لأن لديه شحنة سالب X^- ويمكنه استقبال أيون H^+

٤- يمكن أن يحدث التفاعل الموضح في المعادلة في الاتجاه المعاكس. ويستطيع الحمض H_3O^+ أن يتفاعل مع القاعدة X^- مكونا ماء وHX

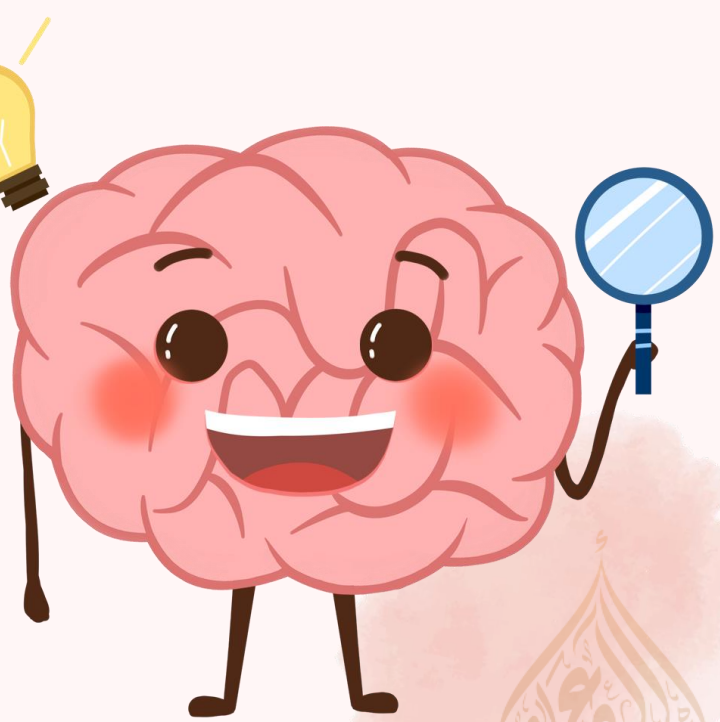
لإيجاد الحمض المرافق والقاعدة المرافقة نستنج أن

الحمض المرافق = صيغة القاعدة مضاف لها H^+ مع مراعاة الإشارات

القاعدة المرافقة = صيغة الحمض منزوع منها H^+ مع مراعاة الإشارات

مثال من واقع الحياة

ما هو معنى الاحماض
والقواعد المرافقة؟



$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

حمض — قاعدة — حمض مرافق — قاعدة مرافقة

الحمض المرافق (المقترن)

هو المركب الذي ينتج عندما تستقبل القاعدة أيون هيدروجين

القاعدة المرافقة (المقترنة)

هو المركب الذي ينتج عندما يمنح الحمض أيون الهيدروجين

الأزواج المترافقة

مادتين ترتبطان معاً عن طريق منح واستقبال أيون هيدروجين واحد

الشكل ٢-٦
يمثل الأب عندما يرمي الكرة إلى ابنه حمض برونستد – لوري ويمثل الابن قاعدته. وعندما يمسك الابن الكرة فإنه يمثل الحمض المرافق

القاعدة أقل بـ١ هيدروجين من حمضها المرافق

ماذا قرات

اشرح كيف يمكن أن يكون أيون HCO_3 حمضاً وقاعدة في آن واحد

HCO_3^-

يكون قاعدة عندما
يكتسب أيون هيدروجين

$+ H^+$

H_2CO_3

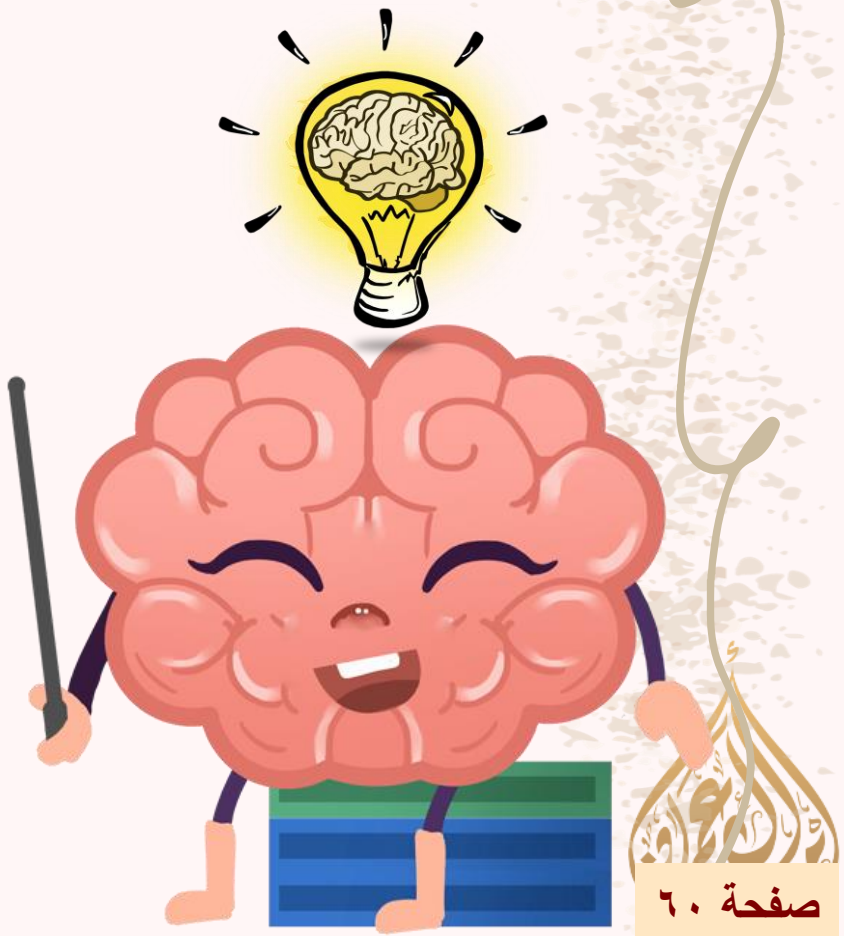
استقبال H^+

يكون حمضاً عندما يفقد
أيون هيدروجين

$- H^+$

CO_3^{-2}

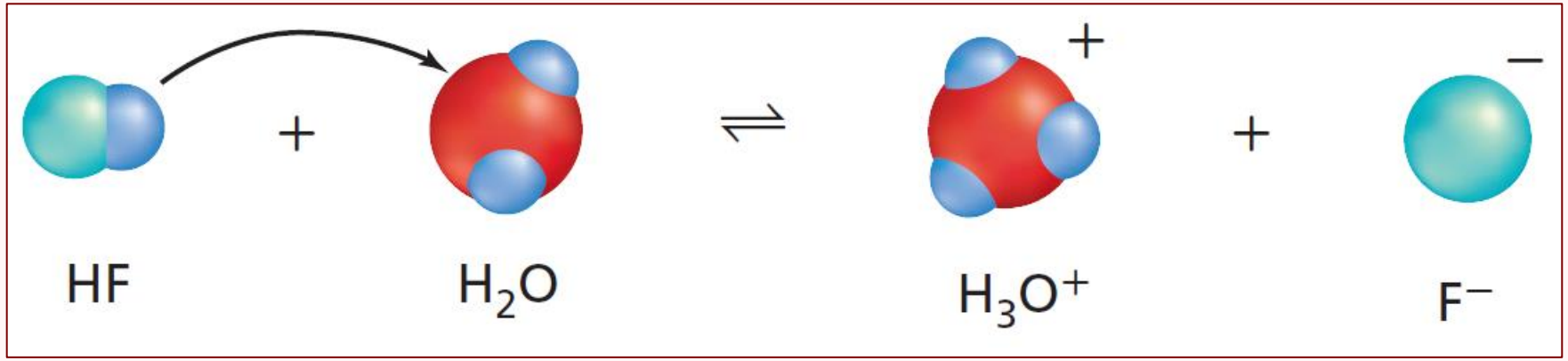
منح H^+



أمثلة توضيحية لأحماض
وقواعد برونستد - لوري

الشكل ٢-٧

يمنح فلوريد الهيدروجين أيون هيدروجين لجزيء الماء، لذا يعد فلوريد الهيدروجين حمضاً



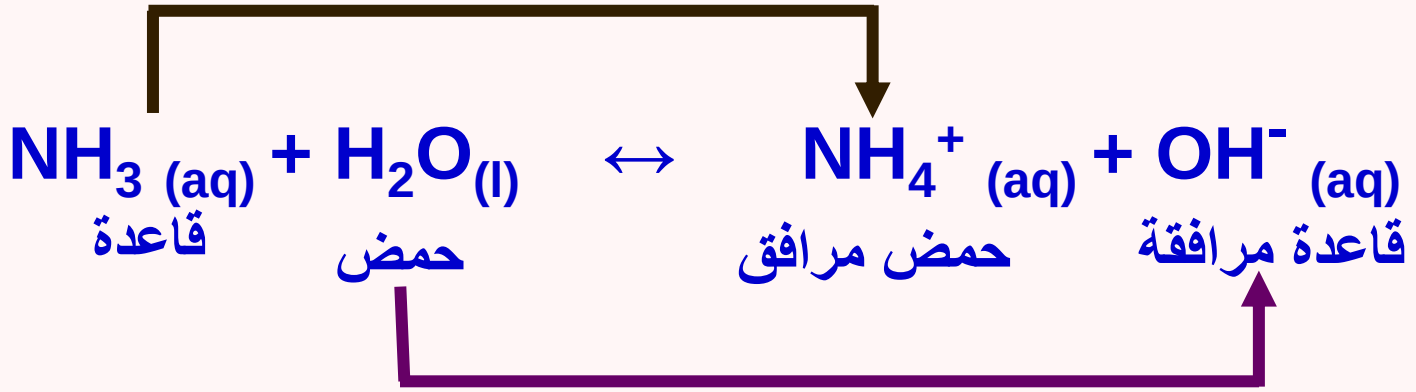
حدد القاعدة المرافقة لفلوريد الهيدروجين؟

$$\underset{\text{حمض}}{HF_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O_{(l)}} \leftrightarrow \underset{\text{حمض مرافق}}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{F^-_{(aq)}}$$

يعد فلوريد الهيدروجين حمضاً وفق نظريتي أرهينيوس وبرونستد - لوري

الشكل ٢-٨
يتفاعل فلوريد الهيدروجين مع مركبات عضوية تسمى الهيدروكربونات لصنع السطح الناعم غير الاصق لهذه الأدوات المنزلية، حيص تحل ذرات الفور محل ذرات الهيدروجين

الأمونيا – قاعدة برونستد - لوري



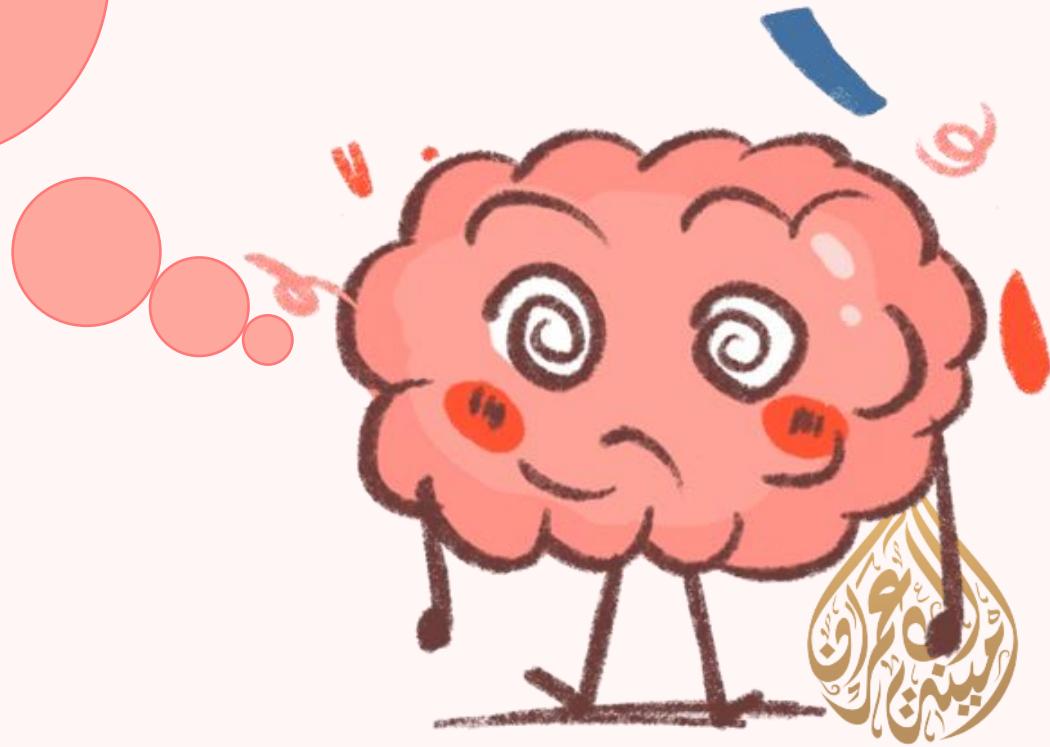
لماذا لا تعد الأمونيا قاعدة حسب تعريف أرهينيوس بينما تعتبر قاعدة حسب تعريف برونستد – لوري؟

لا توجد فيها مجموعة الهيدروكسيد لا يمكن أنْ تعدَّ من القواعد بحسب تعريف أرهينيوس، ولكنها تصنف قواعدا بحسب نظرية برونستد – لوري

فعندما تذوب الأمونيا في الماء يكون الماء حمضا بحسب تعريف برونستد – لوري في التفاعل الأمامي. ولأن جزيء الأمونيا NH_3 يستقبل أيون H^+ ليكون أيون الأمونيوم NH_4^+ فإن الأمونياُ تصّنف قاعدة برونستد – لوري في التفاعل الأمامي

أما في التفاعل العكسي فيعطي أيون الأمونيوم NH_4^+ أيون H^+ ليكون جزيء أمونيا. وهكذا يعمل عمل حمض، بحسب برونستد – لوري. ويكون بذلك أيون الأمونيوم هو الحمض المرافق للقاعدة (الأمونيا). ويتقبل أيون الهيدروكسيد أيون H^+ ليكون جزيء ماء. وهكذا يكون قاعدة بحسب برونستد – لوري. لذا يكون أيون الهيدروكسيد هو القاعدة المرافقة للحمض والماء.

هل الماء حمض أم قاعدة عند
برونستد - لوري؟



١

$$\underset{\text{حمض}}{HF_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O_{(l)}} \leftrightarrow \underset{\text{حمض مرافق}}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{F^-_{(aq)}}$$

٢

$$\underset{\text{قاعدة}}{NH_{3\,(aq)}} + \underset{\text{حمض}}{H_2O_{(l)}} \leftrightarrow \underset{\text{حمض مرافق}}{NH_4^+{}_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{OH^-_{(aq)}}$$

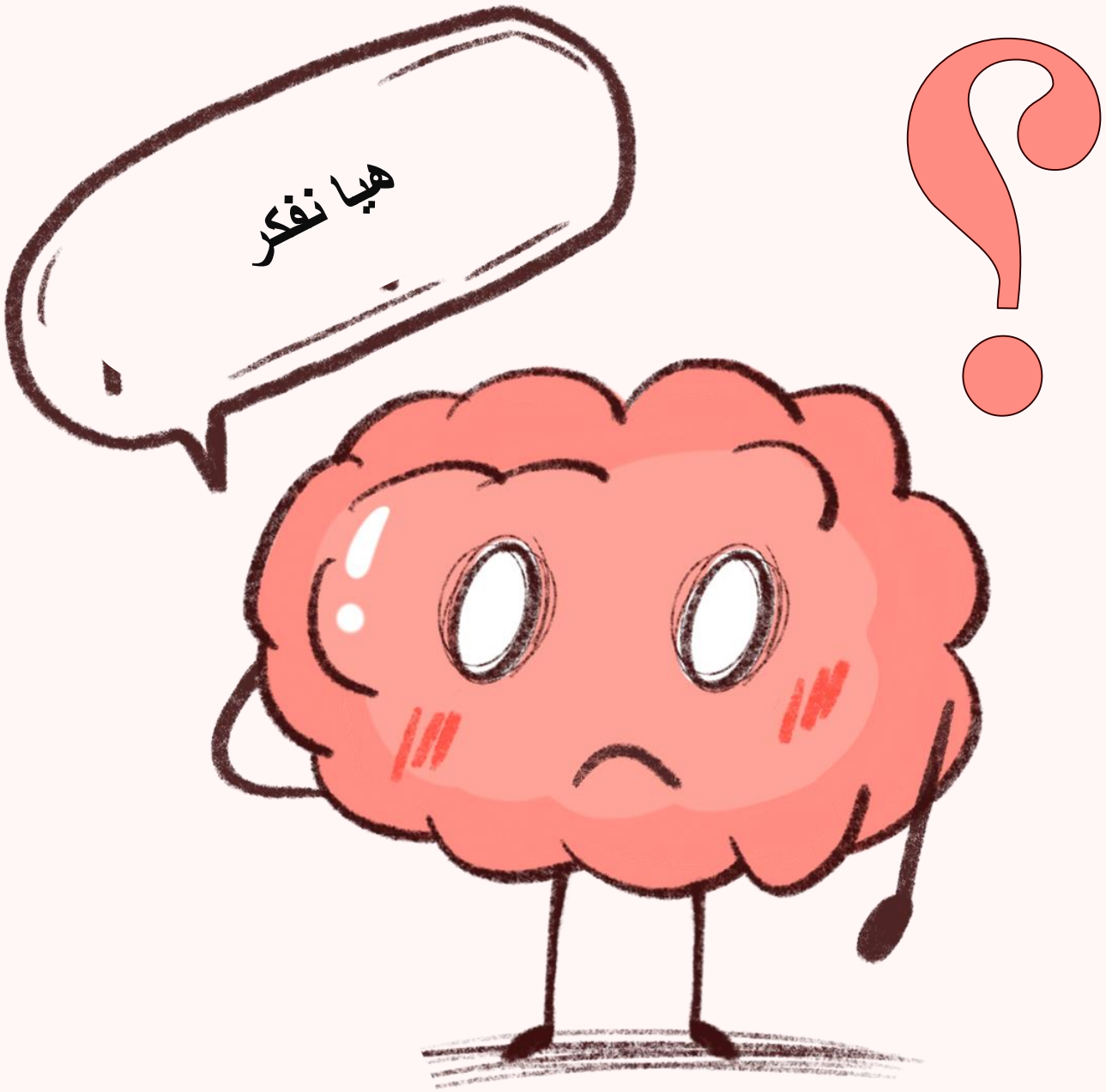
من المثالين السابقين ماذا نلاحظ؟

في المثال اول الماء يسلك سلوك القاعدة. في المثال الثاني الماء يسلك سلوك الحمض

هذا السلوك بحسب طبيعة المواد المذابة في المحلول. أي أنه مادة مترددة (أمفوتيرية)

ماذا يقصد بمادة مترددة (أمفورتيرية)؟

المواد التي تستطيع أن تسلك سلوك الأحماض والقواعد تبعاً للظروف الموجودة بها.


هيا نفكر

مسائل تدريبية

3. حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي:

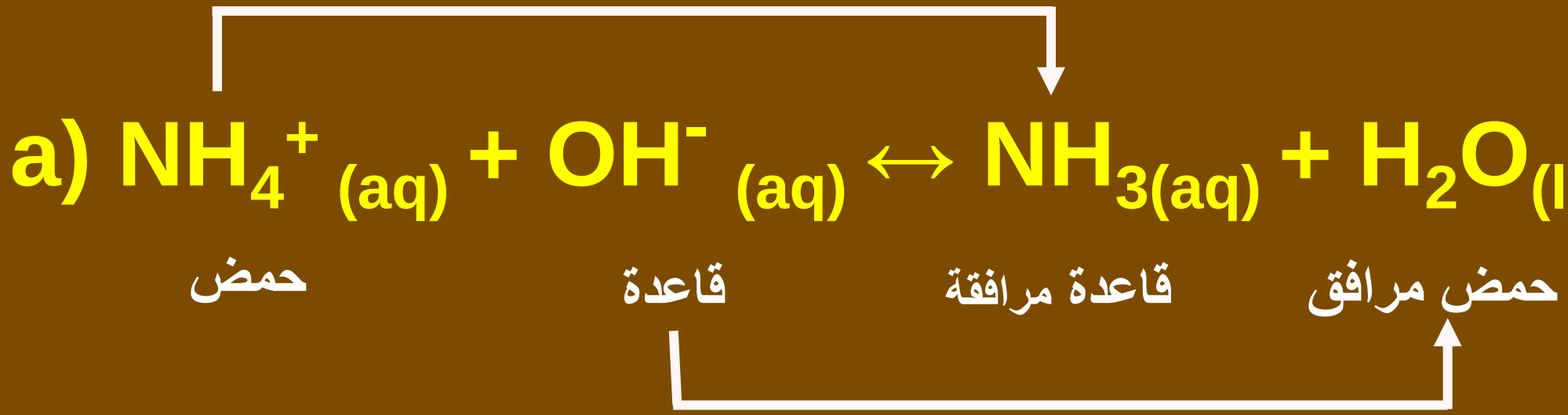
a. $NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

b. $HBr_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)}$

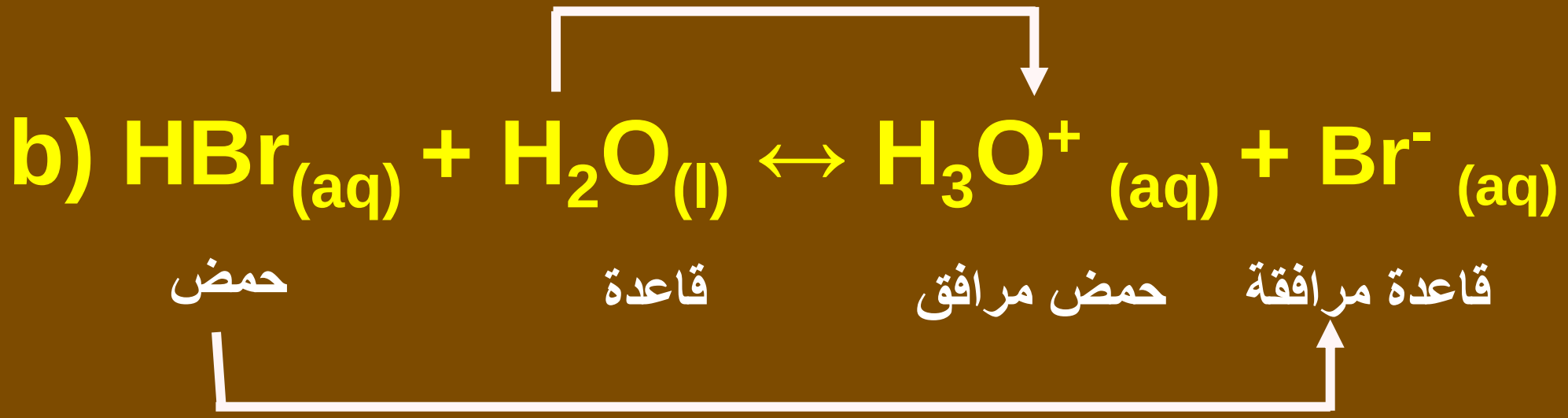
c. $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

4. تحفيز إذا علمت أنّ نواتج تفاعل حمض مع قاعدة هي H_3O^+ و SO_4^{2-}. اكتب معادلة موزونة للتفاعل، وحدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.

سؤال ٣ : حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي



سؤال ٣ : حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي



سؤال ٣ : حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي

سؤال ٤ : تحفيز إذا علمت أن نواتج تفاعل حمض مع قاعدة هي H_3O^+ و SO_4^{2-} .
اكتب معادلة موزونة للتفاعل، وحدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2H_2O_{(l)} \leftrightarrow 2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

حمض قاعدة حمض مرافق قاعدة مرافقة

سلبيات نظرية برونستد - لوري

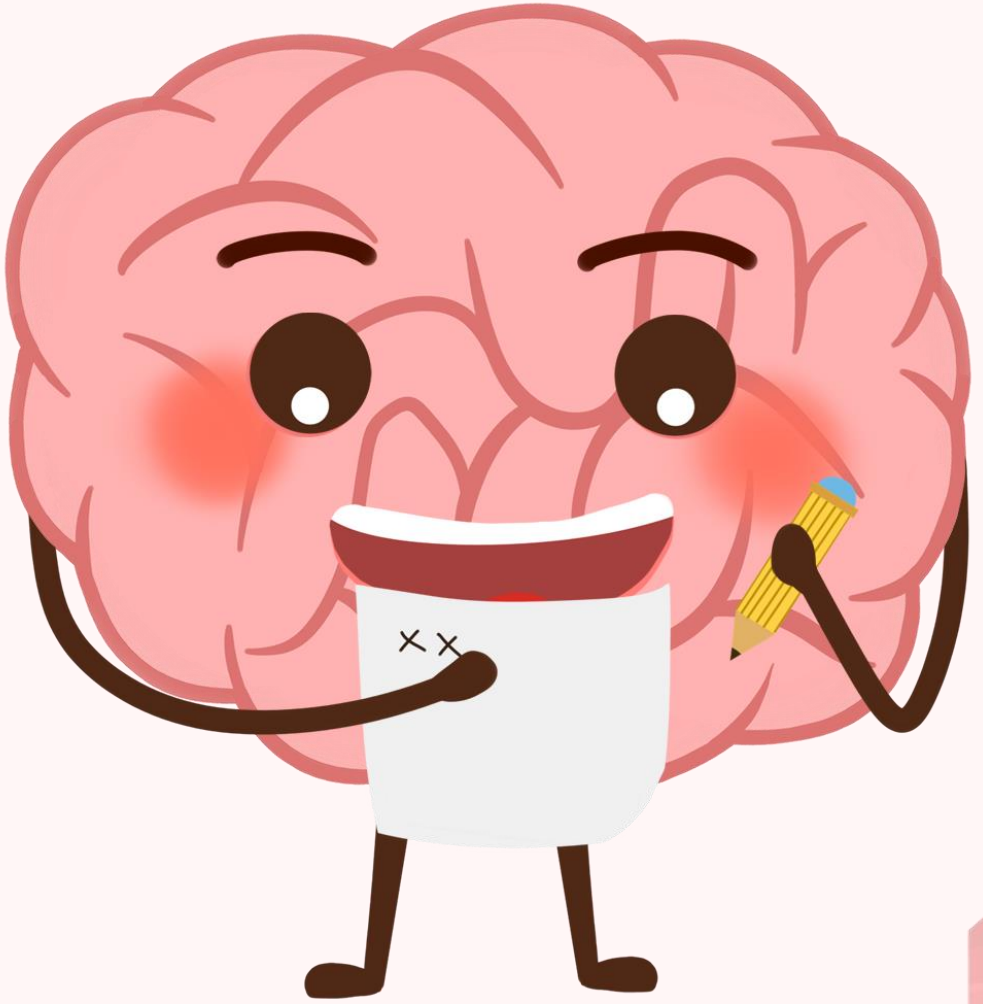
لم يوضح التعريف كيف يرتبط البروتون بالقاعدة

لم يستطع تفسير السلوك الحمضي أو القاعدي في بعض التفاعلات التي لا تتضمن انتقالاً للبروتون بين المواد

الخلاصة

- حمض برونستد – لوري مادة مانحة لأيوم هيدروجين، بينما قاعدة برونستد – لوري مادة مستقبلة لأيون هيدروجين

ماذا تعلمنا اليوم؟



هيا نفكر مع التحصيلي

المادة التي لديها القابلية لتقبل البروتون تمثل تعريف القاعدة حسب نظرية

أ) الأيونية
ب) برونستد - لوري
ج) أرهينيوس
د) لويس

القاعدة المرافقة لحمض الفورميك في المعادلة التالية $HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

أ) $HCOO^-$
ب) $HCOOH$
ج) H_2O
د) H_3O^+

القاعدة المرافقة لحمض HCN

أ) CN^-
ب) HCN^-
ج) CN^{2-}
د) H_2CN

القاعدة المرافقة لحمض H_2SO_4

أ) HSO_2^+
ب) H_2SO_3
ج) HSO_2
د) HSO_4^-

القاعدة المرافقة لحمض الفوسفوريك H_3PO_4

أ) $H_3PO_4^-$
ب) PO_4^{3-}
ج) HSO_4^-
د) $H_2PO_4^-$

الحمض المرافق HCO^{3-}

أ) CO_3^{2-}	ب) H_2CO_3	ج) HCO_3	د) HCO_3^{2-}

الحمض المرافق للقاعد NH_3

أ) NH_2	ب) NH^-	ج) NH^{3+}	د) NH_4^+

حسب نموذج برونستد – لوري يعد الماء في التفاعل التالي $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow NH_{4+(aq)} + OH^-_{(aq)}$

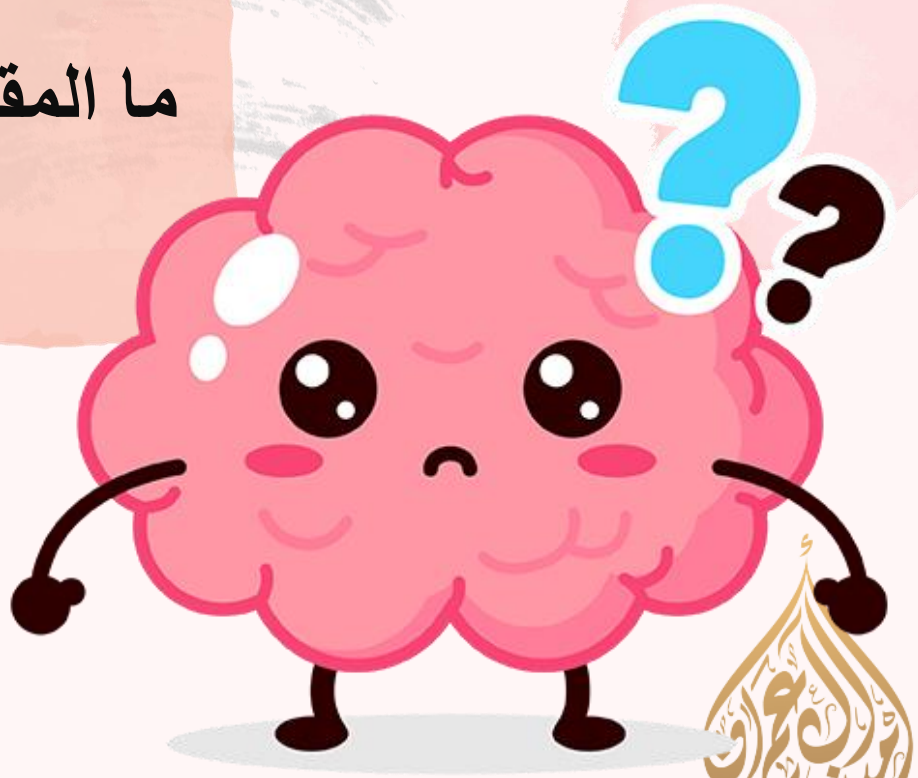
أ) قاعدة	ب) حمض	ج) حمض مرافق	د) قاعدة مرافقة

المادة التي تسلك سلوك الحمض والقاعدة معاً تسمى

أ) الملحية	ب) المتعادلة	ج) المنظمة	د) المترددة

الأحماض أحادية البروتون والعديدة البروتون

ما المقصود بالأحماض أحادية البروتون والعديدة البروتون؟



تستطيع أن تعرف أن كلا من HCl وHF حمض يحتوي على أيون هيدروجين واحد في كل جزيء، بناءً على معرفتك للصيغة الكيميائية لكل منهما

أحماض أحادية البروتون

الحمض الذي يستطيع أن يمنح أيوناً هيدروجينياً واحداً فقط قابلة للتأين

مثل: HBr HCl HF H_3COOH HNO_3 $HClO_4$

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

$$H_3COOH_{(aq)} \leftrightarrow H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

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

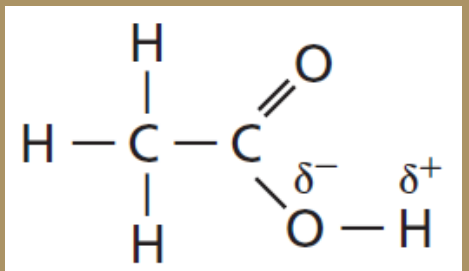
تذكر: تعتمد قدرة الهيدروجين على التأين على قطبية رابطته

السبب والنتيجة

الشكل ٢-٩

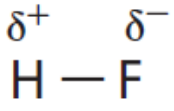
يصنف حمض الإيثانويك وحمض الهيدروفلوريك، أحماض، بينما البنزين لا يعتبر حمضاً. لماذا؟

تعتمد قدرة الهيدروجين على التأين على قطبية رابطته.



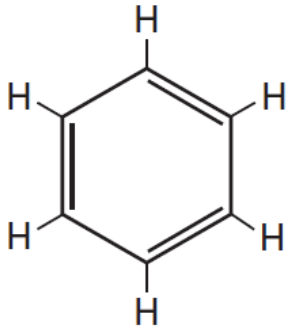
حمض الإيثانويك

حمض الإيثانويك يكون الأكسجين أكثر كهروسالبة من الهيدروجين، لذا تكون الرابطة بين الأكسجين والهيدروجين قطبية. ولذلك تستطيع ذرة الهيدروجين أن تتأين في المحلول.



فلوريد الهيدروجين

لأن الرابطة بين الهيدروجين والفور قطبية لوجود فرق كبير في الكهروسالبية بين الذرتين



بنزين

في البنزين هناك فرق قليل في الكهروسالبية بين ذرات الكربون والهيدروجين، وبالتالي تكون الروابط بين الكربون والهيدروجين غير قطبية، لذلك لا يعتبر حمضاً

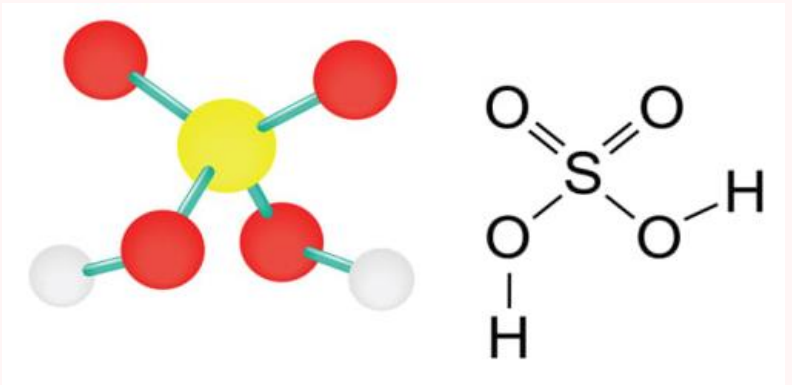
أحماض ثانية البروتون

الحمض الذي يحتوي على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين في جزيء

مثل: H_2SO_4 H_2CO_3

$$H_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + HSO_4^-{}_{(aq)}$$

$$HSO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

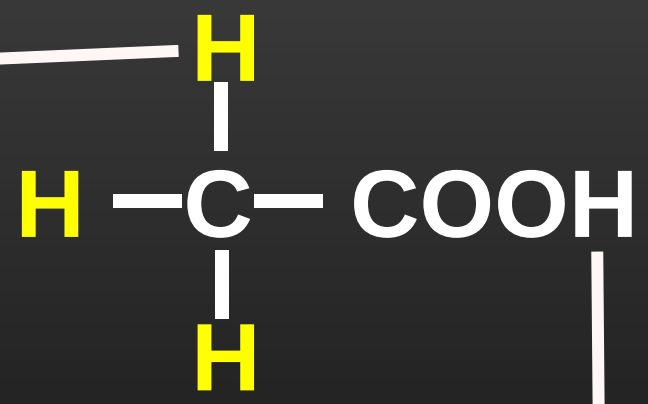


يحدث التأين في خطوتين

CH_3COOH حمض الإيثانويك أحادي البروتون

كيف وهو يحتوي على ٤ ذرات هيدروجين؟

الهيدروجين المتربط بالكربون لا يمكن منحه لأن الرابطة غير قطبية



هيدروجين حمضي (لوجود رابطة قطبية بين الهيدروجين والأكسجين بسبب وجود فرق في السالبية الكهربائية) لذا فإن ذرة الهيدروجين قابلة للتأين أي يمكنها منح البروتون

أحماض ثلاثية البروتون

الحمض الذي يحتوي على ثلاث ذرات هيدروجين قابلة للتأين في كل جزيء

مثل: H_3PO_4 H_3BO_3

$$H_3PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$$

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

يحدث التأين في ثلاث خطوات

الجدول 1-2 بعض الأحماض الشائعة وقواعدها المرافقة

الحمض		القاعدة المرافقة	
الاسم	الصيغة الكيميائية	الاسم	الصيغة الكيميائية
حمض الهيدروكلوريك	HCl	أيون الكلوريد	Cl^-
حمض النيتريك	HNO_3	أيون النترات	NO_3^-
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	أيون الكبريتات الهيدروجينية	HSO_4^-
أيون الكبريتات الهيدروجنية	HSO_4^-	أيون الكبريتات	SO_4^{2-}
حمض الهيدروفلوريك	HF	أيون الفلوريد	F^-
حمض الهيدروسيانيك	HCN	أيون السيانيد	CN^-
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	أيون الإيثانوات	CH_3COO^-
حمض الفوسفوريك	H_3PO_4	أيون ثنائي هيدروفوسفات	$H_2PO_4^-$
أيون ثنائي هيدروفوسفات	$H_2PO_4^-$	أيون الهيدروفوسفات	HPO_4^{2-}
أيون الهيدروفوسفات	HPO_4^{2-}	أيون الفوسفات	PO_4^{3-}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO_3^-
أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO_3^-	أيون الكربونات	CO_3^{2-}

يبين الجدول ٢-١ بعض الأحماض الأحادية والمتعددة البروتونات

الأحماض الأحادية البروتون والمتعددة البروتونات

عدد ذرات الهيدروجين القابلة للتأين هو الذي يحدد هل الحمض أحادي البروتون أم متعدد البروتونات

أحماض أحادية البروتون

حمض يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة فقط

أحماض متعددة البروتونات

حمض يحتوي على أكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتأين

لماذا يسمى أيون الهيدروجين الموجب بروتون؟

ذرة الهيدروجين تملك بروتون واحد وإلكترون واحد فقط
فعندما تفقد إلكترونها يتبقى بروتون فقط

لذلك يسمى أيون الهيدروجين الموجب بروتون

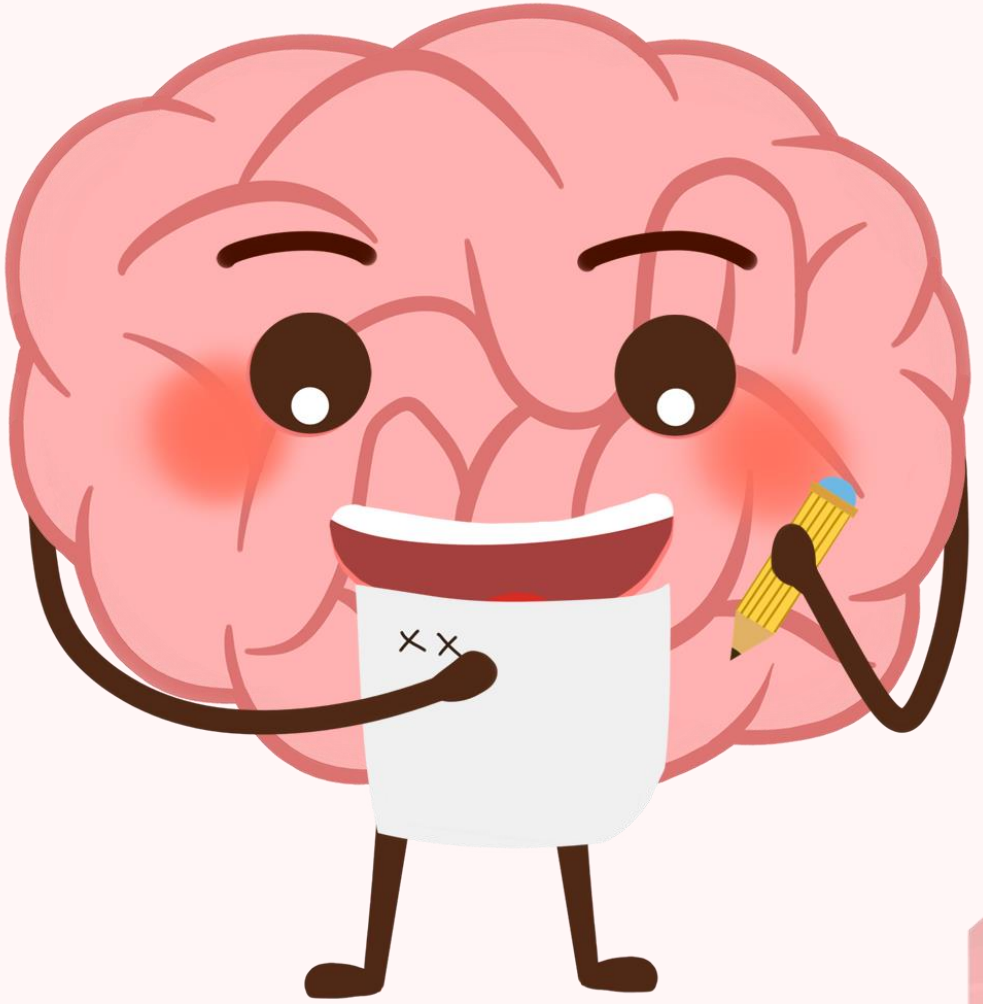
الخلاصة

الخلاصة

- تحدّد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضيًّا، أم قاعديًّا، أم متعادلاً.
- يجب أن يحتوي حمض أرهينيوس على ذرة هيدروجين قابلة للتأين. ويجب أن تحتوي قاعدة أرهينيوس على مجموعة هيدروكسيد قابلة للتأين.
- حمض برونستد – لوري مادة مانحة لأيون هيدروجين، بينما قاعدة برونستد – لوري مادة مستقبلة لأيون هيدروجين.
- حمض لويس مادة تستقبل زوجًا من الإلكترونات، بينما قاعدة لويس مادة تعطي زوجًا من الإلكترونات.

- يجب أن يحتوي حمض أرهينيوس على ذرة هيدروجين قابا
  ويجب أن تحتوي قاعدة أرهينيوس على مجموعة هيدروكس
  للتأين

ماذا تعلمنا اليوم؟



هيا نفكر مع التحصيلي

الحمض أحادي البروتون يمنح أيون

أ) هيدروكسيد واحداً	ب) هيدروجين واحداً	ج) نيتروجين واحداً	د) أكسجين واحداً

حمض الهيدروكلوريك HCl يعد من الأحماض

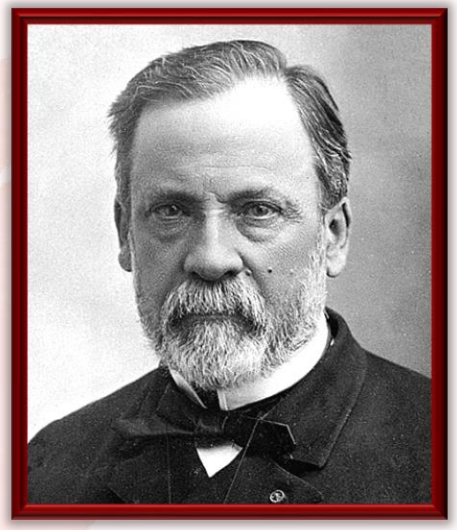
أ) أحادية البروتون	ب) ثنائية البروتونات	ج) ثلاثية البروتونات	د) رباعية البروتونات

حمض ثنائي البروتون

أ) H_2SO_4	ب) HCOOH	ج) CH_3COOH	د) H_3PO_4

حمض الفوسفوريك H_3PO_4 من الأحماض

أ) أحادية	ب) رباعية	ج) ثنائية	د) ثلاثية



نظرية لويس

لويس باستور: هو عالم كيميائي فرنسي وأحد أهم مؤسسي علم الأحياء الدقيقة في الطب، ويُعرف بدوره المميز في البحث عن سبب الأمراض وطرق الوقاية منها. كان يُعرف لدى عامة الناس بسبب اختراعه طريقة لمعالجة الحليب والنبيذ لمنعها من التسبب في المرض، وهي العملية التي أطلق عليها لاحقا مصطلح البسترة. لدى باستور أيضا العديد من الاكتشافات في مجال الكيمياء، وأبرزها الأساس الجزيئي لعدم تماثل بلورات معينة.

لاحظ أن جميع المواد المصنفة أحماضا وقواعد بحسب نظرية أرهينيوس ُ تصنف أيضا أحماضاوقواعد بحسب نظرية برونستد – لوري. وبالإضافة إلى ذلك، فإن بعض المواد غير المصنفة بأنها قواعد بحسب نظرية أرهينيوس ُ تصنف قواعد بحسب نظرية برونستد – لوري.

يوجد نظرية أكثر شمولية للأحماض والقواعد
اقترحها الكيميائي لويس
الذي طور أيضا نظرية زوج الإلكترونات للترابط الكيميائي، وقدم تراكيب لويس التي تبين مواقع الإلكترونات في الذرات والجزيئات. وقد طبق نظريته على تفاعلات الأحماض والقواعد

نظرية لويس

حمض لويس

الحمض هو المادة المستقبلة لزوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة

يجب أن يحتوي الحمض على مدارا فارغ لاستقبال الأزواج غير الرابطة

ليس شرطاً توفر الهيدروجين

حمض لويس

القاعدة هي المادة المانحة لزوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة

يجب أن يحتوي عبى أزواج من الإلكترونات غير الرابطة وعند منح الزوج تنشا رابطة تساهمية تناسقية بينها وبين الحمض

مانحات ومستقبلات أزواج الإلكترونات

أمثلة توضيحية
لأحماض وقواعد لويس

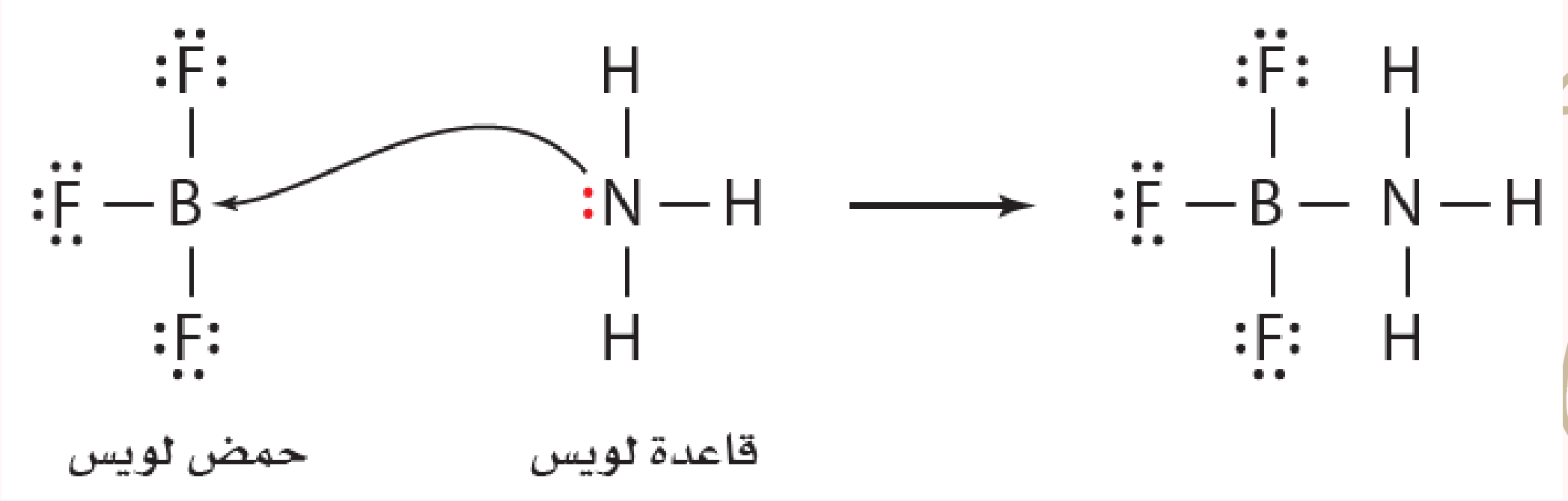
التفاعل بين الهيدروجين H^+ وأيون الفلوريد F^- لتكوين جزيء فلوريد الهيدروجين HF. إيهما حمض وإيهما قاعدة وفقاً لنظرية لويس؟

حمض لويس قاعدة لويس

أيون الهيدروجين يعتبر حمض لأن يستقبل زوج من الإلكترونات من أيون الفلوريد الذي يعتبر قاعدة

أمثلة توضيحية
لأحماض وقواعد لويس

التفاعل غاز ثالث فلوريد البورون مع غاز الأمونيا لتكوين BF_3NH_3
إيهما حمض وإيهما قاعدة وفقاً لنظرية لويس؟

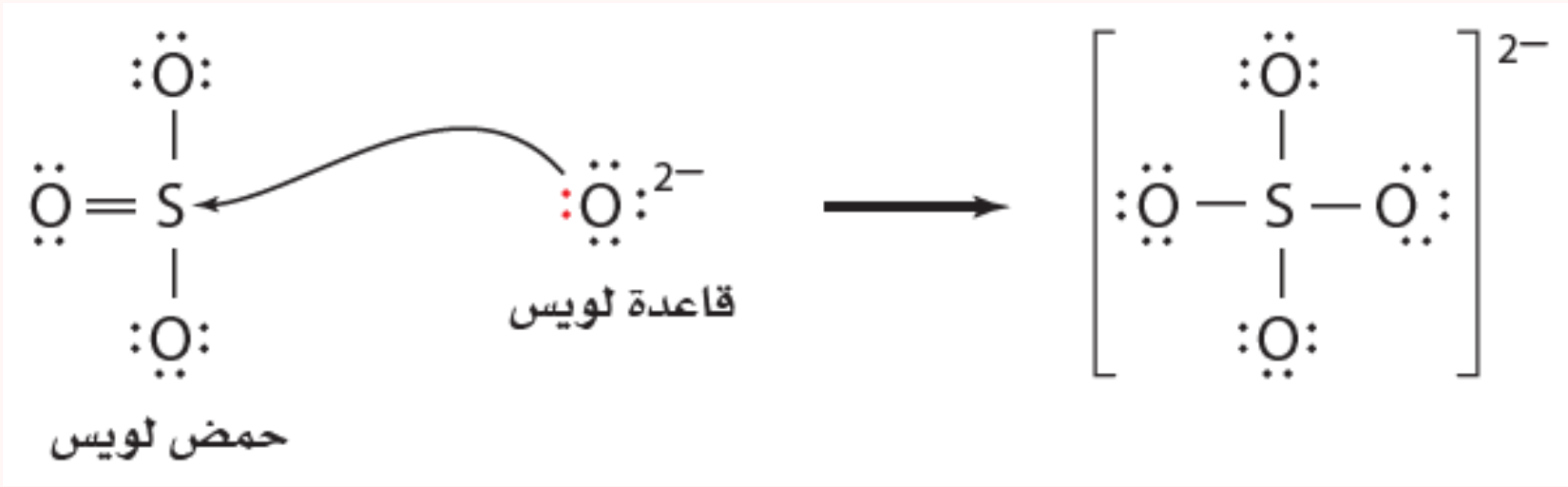


ذرة البورون في BF3 لها ستة إلكترونات تكافؤ لذلك تستطيع استقبال زوج من الإلكترونات من قاعدة لويس

أمثلة توضيحية
لأحماض وقواعد لويس

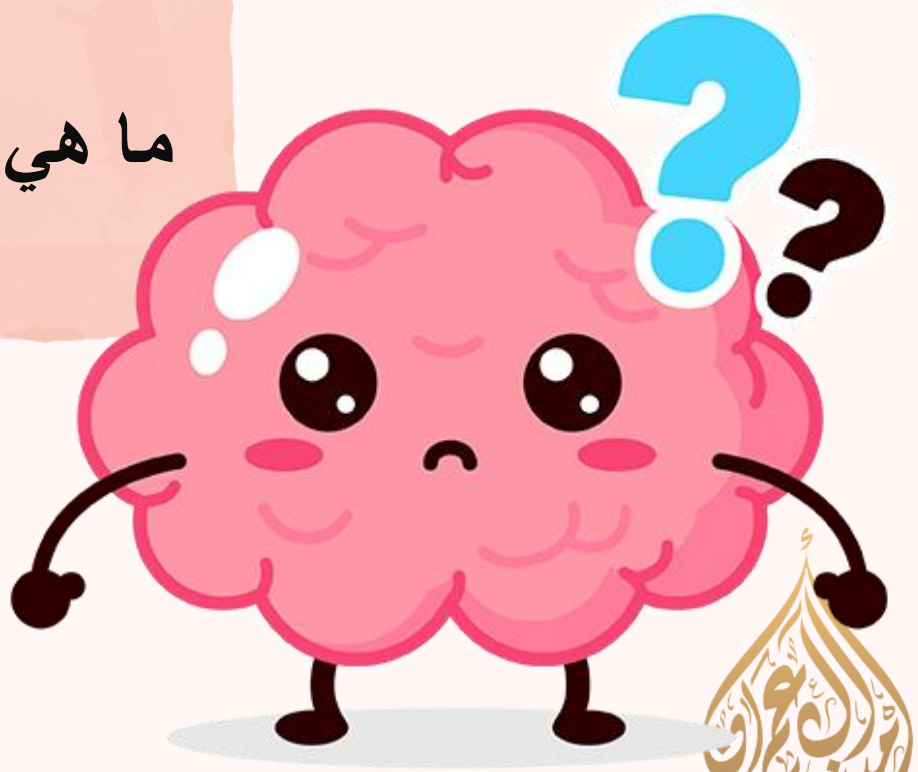
التفاعل غاز ثالث أكسيد الكبريت مع أكسيد المغنسيوم الصلب كما في المعادلة التالية. إيهما حمض وإيهما قاعدة وفقاً لنظرية لويس؟

$$SO_{3(g)} + MgO_{(s)} \leftrightarrow MgSO_{4(s)}$$



جزيء SO3 يعتبر حمض لأنه يستقبل زوج إلكترونات من قاعدة لويس وهو أيون O^{2-}

ما هي أهمية تفاعل SO_3 مع MgO ؟



يعد تفاعل SO_3 مع MgO مهماً
لأنه ينتج بلورات من ملح كبريتات الماغنسيوم، تعرف باسم ملح أبسوم $MgSO_4.7H_2O$.
ولهذا الملح استعمالات كثيرة، منها تخفيف آلام العضلات، وهو مغذ للنباتات.

وللتفاعل الذي ينتج كبريتات الماغنسيوم أيضا تطبيقات بيئية

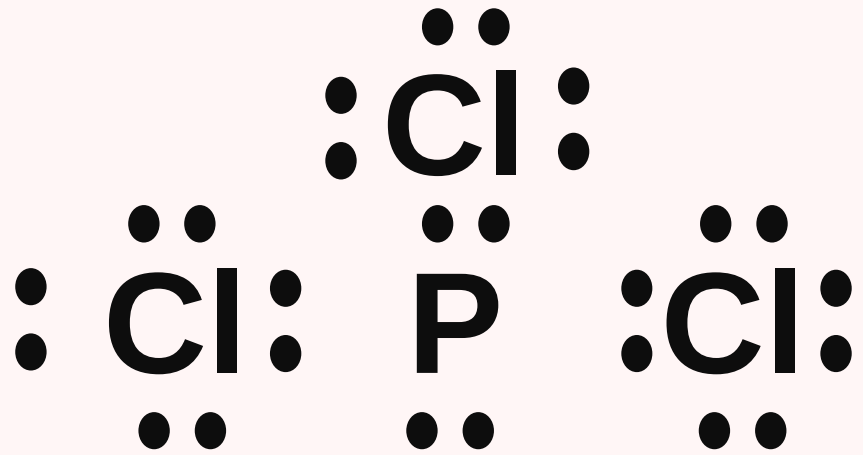
يتم حقن MgO في الغازات الخارجة من مداخن محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم الحجري، فإنه يتفاعل مع SO_3 ويعمل على انتزاعه من الغازات العادمة الخارجة من المصنع إلى الجو

لأن عند ترك SO_3 لينتشر في الغلاف الجوي فسوف يتحد مع الماء الموجود في الهواء مكونا حمض الكبريتيك الذي يسقط على الأرض في صورة مطر حمضي

الشكل ٢-١٠ يمكن إزالة ثالث أكسيد الكبريت – وهو أحد الغازات العادمة الناتجة عن احتراق الفحم الحجري بتفاعله مع أكسيد الماغنسيوم في تفاعل حمض وقاعدة لويس. لاحظ أنه رغم خروج كميات كبيرة من البخار من أبراج التبريد، إلا أن الذي يمكن رؤيته من المدخنة قليل

الربط بالحياة

سؤال ١٠ صفحة ٦٥ اكتب تركيب لويس لثالث كلوريد الفوسفور PCl_3. هل يعد PCl_3 حمض لويس أم قاعدة لويس، أم غير ذلك؟



لديه زوج إلكترونات غير مشترك يستطيع منحه لذلك يعد قاعدة لويس

الأنـهيدريدات

أكاسيد تتحد مع الماء وتكون أحماض أو قواعد

أكاسيد اللافلزات تتحد مع الماء وتكون أحماض

غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 يتحد مع الماء في الجو ويكون حمض الكربونيك H_2CO_3

أكاسيد الفلزات تتحد مع الماء وتكون قواعد

أكسيد الكالسيوم CaO يتحد مع الماء ويكون هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

الربط مع علم الأرض

تتحد جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون، بجزيئات الماء في الجو لتكون حمض الكربونيك H_2CO_3 ، الذي يهطل مع المطر، وعندما يصل ماء المطر الحمضي إلى الأرض يتسرب جزء منه في التربة ليصل إلى الصخور الجيرية، فيؤدي إلى إذابتها ببطء، مما يسبب تكون كهوف ضخمة تحت الأرض عبر آلاف السنين، وتقطر المياه من سقوف الكهوف مخلفة الجير المذاب. وهذا الجير يتكون على هيئة رقاقات جليدية تتدلى من السقف تسمى الهوابط. وكذلك تتكون كتل من كربونات الكالسيوم على أرض الكهوف تسمى الصواعد.

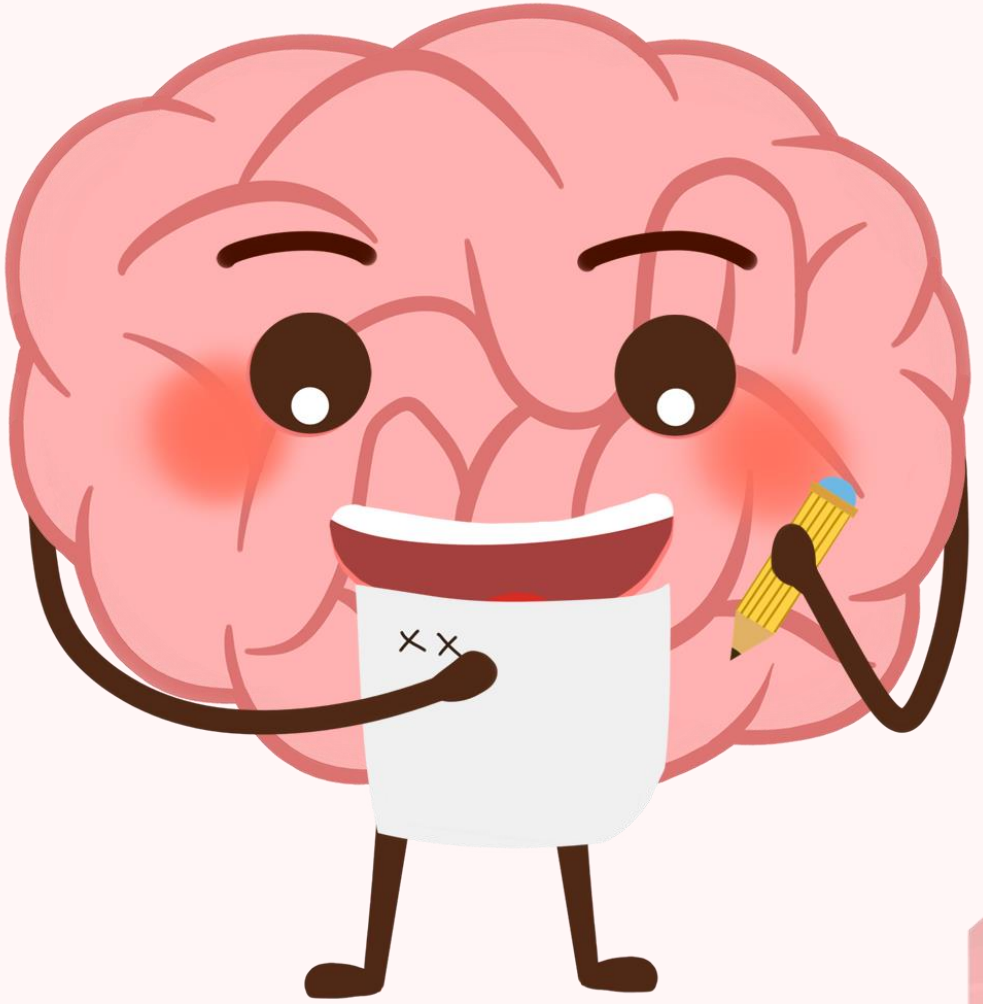
تتكوَّن مثل هذه الكهوف لأن ثاني أكسيد الكربون أنهيدريد حمضي (حمض منزوع منه جزئ ماء)، وهو أكسيد يستطيع أن يتحد مع الماء ليكون حمضا. وهناك أكاسيد أخر تتحد مع الماء مكونة قواعد. فمثلا يكون أكسيد الكالسيوم CaO (الجير الحي) عندما يذوب في الماء القاعدة هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ (الجير المطفأ)

يلخص الجدول ٢-٢ نظريات أرهينيوس، وبرونستد – لوري، ولويس للأحماض والقواعد

الجدول 2-2 ملخص النظريات الثلاث للأحماض والقواعد		
النظرية	تعريف الحمض	تعريف القاعدة
أرهينيوس	منتج H^+	منتج OH^-
برونستد – لوري	مانح H^+	مستقبل H^+
لويس	يستقبل زوجًا من الإلكترونات	يمنح زوجًا من الإلكترونات

الخلاصة

- حمض لويس مادة تستقبل زوجاً من الإلكترونات، بينما قاعدة لويس مادة تعطي زوجاً من الإلكترونات



هيا نفكر مع التحصيلي

المادة المستقبلة لزوج من الإلكترونات

أ) قاعدة لويس	ب) حمض لويس	ج) حمض برونستد - لوري	د) قاعدة برونستد - لوري

أي المركبات التالية حمض حسب نظرية لويس

أ) BCl_3	ب) PCl_3	ج) H_2O	د) NH_3

أي التالي يمثل حمض لويس

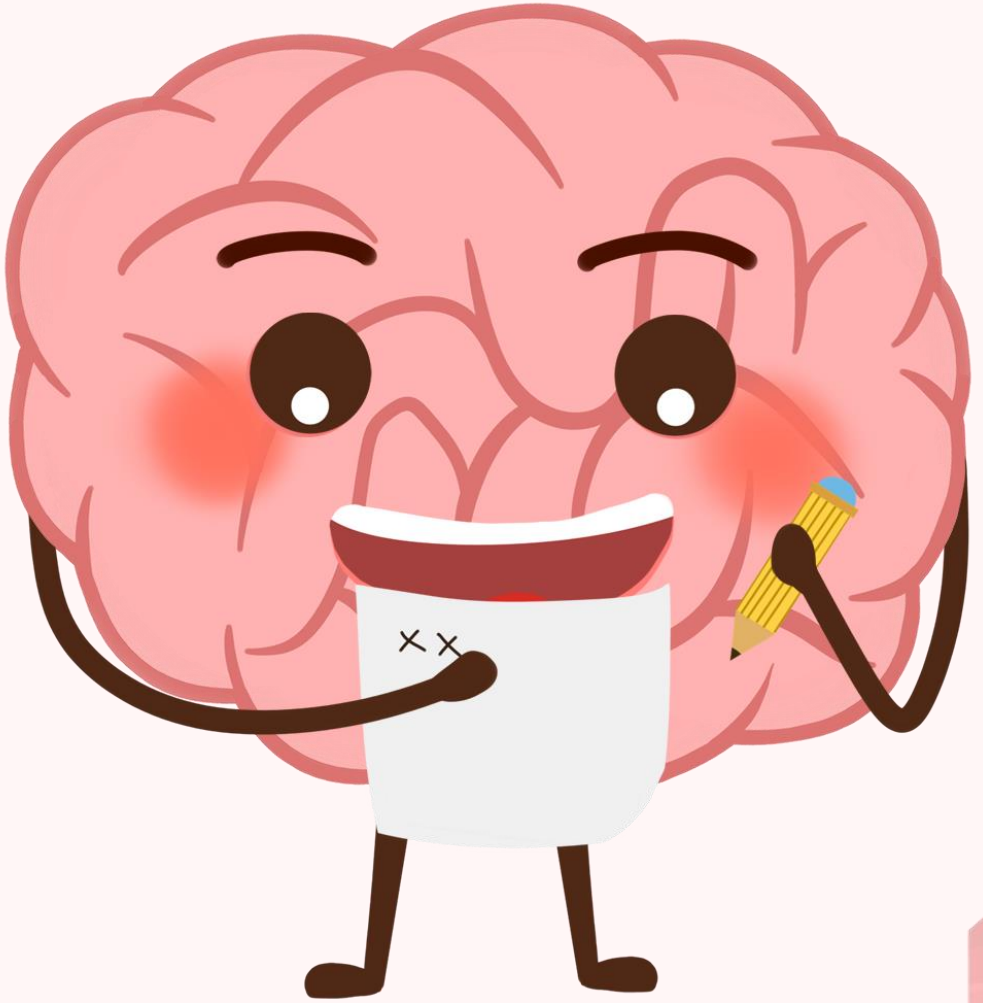
أ) Ag^+	ب) F^-	ج) Cl^-	د) NH_3

تصف المادة PCl_3 حسب نظرية لويس بأنها .....، علما أن العدد الذري P=15

أ) مترددة	ب) ملح	ج) حمض	د) قاعدة

أي التالي يعد أنهيدريدا قاعديا؟

أ) ثاني أكسيد الكربون	ب) ثاني أكسيد النيتروجين	ج) أكسيد الكبريت	د) أكسيد الكالسيوم



الواجب

إلى اللقاء في الحصة القادمة