الحوامض والقواعد والأملاح

لقد تطوّر مفهومي الحامض والقاعدة عدة مرات عبر الزمن، اعتمادا على الحقائق المستجدة والحاجة لتفسير الظواهر الكيميائية المحدثة. وسنقوم بمتابعة أهم التعاريف والمفاهيم التي سادت وهي على الترتيب: ارهينيوس – برونستد ولوري – لويس.

مفهوم ارهينيوس للحوامض والقواعد

كحقيقة علمية فإن الأحماض عادة ما تشترك بصفات عامة مميزة لها، يمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

1. محاليلها المائية توصل التيار الكهربائي.
2. لها طعم حامضي لاذع.
3. تغير لون صبغة الكاشف (عباد الشمس) إلى اللون الأحمر.
4. تتفاعل مع بعض الفلزات وينطلق نتيجة لذلك الهيدروجين.
5. مثال: ، H_2SO_4 ، HCl ، HNO_3 ،

كما وأن القواعد تشترك ببعض الصفات العامة، مثل:

1. محاليلها المائية موصلة للتيار الكهربائي.
2. لها طعم مر.
3. تغير لون صبغة الكاشف (عباد الشمس) إلى اللون الأزرق.
4. ذات ملمس صابوني (انزلاقي)
5. مثال: $NaOH$ ، KOH ، $Ca(OH)_2$ ، $Ba(OH)_2$

حامض أرهينيوس : " هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H^+) عند إذابتها في الماء ".

قاعدة أرهينيوس : " هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-) عند إذابتها في الماء".

لذلك يعتبر الماء متعادل حسب مفهوم ارهينيوس لأنه يتفكك ليعطي ايونات الهيدروجين الموجبة H^+وكذلك ايونات الهيدروكسيد السالبة OH^-.

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$$

س: اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

- يتطلب تعريف الحوامض والقواعد حسب مفهوم ارهينيوس شرطا أساسيا هو :

أ) إيصالها للتيار الكهربائي ب) ذوبانها في وسط غير مائي

ج) ذوبانها في وسط مائي د) استخدام كواشف خاصة

اعتمد أرهينيوس على شدة إضاءة المصباح الكهربائي الموصول ببطارية ومحلول الحامض أو القاعدة. فقد لاحظ أن شدة إضاءة المصباح تكون قوية في حالة الأحماض أو القواعد القوية بسبب حالة التفكك العالي لأيونات (H^+) في الأحماض وأيونات (OH^-) في القواعد.

وقد تم التعبير عن التفكك التام بسهم في اتجاه المتفاعلات لمحاليل الأحماض أو القواعد القوية، وسهمين باتجاهين متعاكسين لمحاليل الأحماض أو القواعد الضعيفة.

س: كيف ميّز أرهينيوس بين الأحماض القوية والأحماض الضعيفة؟ والقواعد القوية والقواعد الضعيفة؟

بالرغم من تمكّن أرهينيوس من تفسير السلوك الحامضي والقاعدي لكثير من المركبات في محاليلها إلا أنه واجه عدة اعتراضات:

- لم يتمكن تفسير السلوك الحامضي أو القاعدي إلا أذا كانت المادة مذابة بالماء .. وهذا يعني أن غاز HCl لا يعد حامض، وغاز NH_3 لا يعد قاعدة ، على الرغم من أن ينتج من تفاعلهما - وهما بالحالة الغازية – غاز NH_4Cl دون حدوث تأين كما في المعادلة التالية:

$$HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(g)}$$

- لم يتمكن من تفسير السلوك الحامضي والقاعدي لمحاليل بعض الأملاح مثل: CH_3COONa، NaF ، NH_4Cl مما دعى الأمر إلى البحث عن مفهوم أعم وأشمل ...

س: وضّح مفهوم كل من الحامض والقاعدة حسب مفهوم ارهينيوس.
س: ما جوانب العجز في مفهوم أرهينيوس للحوامض والقواعد ؟(ما وجه القصور في تعريف ارهينيوس للحوامض والقواعد؟)

مفهوم برونشتد – لوري للحوامض والقواعد

أيون H^+ يمثل البروتون في ذرة الهيدروجين، وهو دقيقة مادية متناهية في الصغر ذات كثافة كهربائية موجبة عالية، لذلك لا يمكن أن توجد منفرده في الأوساط المائية بل ترتبط بالزوج الغير رابط لذرة الأكسجين في الماء مكونا أيون H_3O^+
وقد اعتمد مفهوم برونستد- لوري للحوامض والقواعد على انتقال البروتون من الحامض إلى القاعدة.. لذلك عرّف :

حامض بونشتد- لوري:" هي المادة القادرة على إعطاء البروتون لمادة أخرى في التفاعل"
قاعدة برونشتد- لوري:" هي المادة القادرة على استقبال البروتون من مادة أخرى في التفاعل"

مثال : في جزيئة كلوريد الهيدروجين HCl .

تعتبر جزيئة HCl حامض حيث تفقد بروتون أما جزيئه الماء H_2O تعتبر قاعدة لاكتسابها البروتون .

$$HCl + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

حامض قاعدة حامض مقابل قاعدة مقابلة

س: عيّن الحامض والقاعدة وفق مفهوم برونستد- لوري في التفاعلات التالية:

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$
$$OH^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)} \leftrightarrow 2H_2O_{(l)}$$
$$HSO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow SO_3^{-2}{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$
$$N_2H_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow N_2H_5^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$
$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow HCOO^- + H_3O^+{}_{(aq)}$$

وعلى أساس ذلك .. فإن كل حامض له قاعدة مرافقة وكل قاعدة له حامض مرافق كما في المثال:

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

حمض القاعدة قاعدة مرافقة حمض مرافق

الحامض القرين : هو المادة الناتجة بعد اكتساب القاعدة (برونشتد) لبروتون .
القاعدة القرينة : هو المادة الناتجة من فقدان الحامض(برونشتد) لبروتون .

يُمكن القول استناداً إلى نظرية برونشتد - لوري أنّ الحمض إنما يكون حمضاً اعتماداً على علاقته (تبادل البروتون) بالقاعدة، والعكس صحيح. فالماء أمفوتيري لأنه قد يسلك سلوك الحمض وقد يسلك سلوك القاعدة. ففي الصورة الظاهرة في بالأسفل يسلك أحد جزيئي الماء سلوك القاعدة ويكتسب بروتوناً من الجُزيء الآخر مُكوّناً H_3O^+ في حين يسلك الجُزيء الآخر سلوك الحمض ويفقد بروتوناً مُكوّناً OH^-. وتُعرف هذه الظاهرة بالتأين الذاتي للماء.

$$H_2O + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + OH^-$$

كما إن الماء يسلك سلوك حامض عند تفاعله مع الامونيا (قاعدة)

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

ويسلك سلوك قاعدة عند تفاعله مع HCl (حامض)

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O+ + Cl^-$$

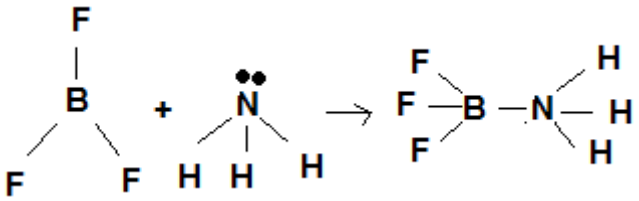
لذلك يعتبر سلوكه امفوتيري حسب مفهوم نرونستد ولوري .

القوى النسبية للحوامض والقواعد:

تعتمد قوة الحامض على قدرته على منح البروتون فالحامض الأقوى هو الأقدر على المنح. وتعتمد قوة القواعد على قدرتها على الارتباط بالبروتون، فالقاعدة الأقوى هي الأقدر على الارتباط كلما زادت قوة الحامض، تقل قوة القاعدة المرافقة وكلما زادت قوة القاعدة، تقل قوة الحامض المرافق

مفهوم لويس للحوامض والقواعد

وجد أن الكثير من التفاعلات تعتبر كتفاعلات حوامض وقواعد دون أن يرافقها انتقال بروتونات فلم يستطع مفهوم برونستد – لوري تعيّن الحامض والقاعدة .. مثل اذابة CO_2 في الماء أو تفاعل NH_3 مع BF_3 كما في المعادلة التالية:



فكان مفهوم لويس للحوامض والقواعد اشمل وأعم وهو:

حامض لويس :" المادة القادرة على استقبال زوج (أو أكثر) من الإلكترونات .
قاعدة لويس :" المادة القدرة على منح زوج (أو أكثر) من إلكتروناتها غير الرابطة لمادة أخرى لتكوين رابطة تناسقية.

وتكمن أهميته أيضا في تفسيره للسلوك الحامضي لأيونات الفلزات الانتقالية في المحاليل المائية مثل :

$$Cu^{+2}{}_{(aq)} + 6\ H_2O_{(l)} \leftrightarrow [Cu(H_2O_{(6)}]^{+2}{}_{(aq)}$$