الاحماض والقواعد

المفهوم العام للحوامض والقواعد:

إن الكثير من المواد التي نتعامل معها يومياً تحتوي على حوامض ، فالخل هو محلول لحامض الخل وعصير الليمون الذي يحتوي على حامض الليمون Citric acid ، وبعض الأدوية التي تحتوي على الحوامض مثل مادة الأسبرين وهو الإسم التجاري لحامض أستيل سالسيلك ، ومادة فيتامين C وهو الإسم التجاري لحامض الأسكوربيك Ascorbic acid.

وكذلك القواعد تعتبر شائعة الإستعمال ، فإن عدداً كبيراً من المواد المستعملة يومياً فهي قواعد مثلا الصابون ، معجون الأسنان ، المبيض ، مواد التنظيف ، ماء الجير ، ماء الأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.

تم دراسة مفهوم الحوامض والقواعد وعلى نطاق واسع وفق نظريات حديثة التي تبين تعاريف الحوامض والقواعد ، بحيث أن كل تعريف مفيد لبعض التطبيقات.

نظرية أرهينيوس Arrhenius theory

استنتج العالم أرهينيوس سنة 1887م نظرية تتعلق بالمحاليل إلكتروليتية والتي تتضمن الأحماض والقواعد حيث عرف الحمض على أنه المادة التي عند ذوبانها في الماء تتأين مكونه أيونات الهيدروجين الموجبة H^+ (البروتونات) ، والقاعدة هي المادة التي تطلق أيونات الهيدروكسيد السالبة OH^-

إن الأحماض والقواعد القوية تتأين بالكامل في الماء وتكون محاليلها موصلة جيدة للكهرباء وتسمى إليكتروليتات قوية strong electrolyts

حمض قوي $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

قاعدة قوية $Ca(OH)_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{++} + 2OH^-$

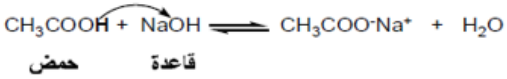
إن الأحماض والقواعد الضعيفة تتأين جزئيا في الماء وتكون محاليلها ضعيفة التوصيل للكهرباء وتسمى إليكتروليتات ضعيفة weak electrolyts

حمض ضعيف $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

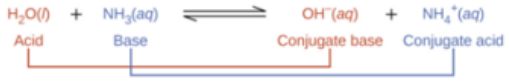
قاعدة ضعيفة $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

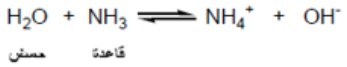
نظرية برونستند – لوري Bronsted-Lowry theory

عرفت هذه النظرية الحمض على أنه المادة التي تعطي بروتونا في محلولها وأن القاعدة هي المادة التي تستقبل ذلك البروتون .



إن لبعض المواد القدرة على فقد واكتساب بروتون في نفس الوقت مثل الماء وتسمى بالمواد الأمفوتيرية amphoteric





في حالة الأحماض والقواعد العضوية الضعيفة التي تتأين جزئيا في الماء يكون تركيز الأيونات المنطلقة قليل فهي تسلك سلوك التفاعلات العكسية وبالتالي يمكن قياس مدى قوتها عن طريق ثابت تأينها K_a

أسئلة:

Write separate equations representing the reaction of HSO_3^-

a. as an acid with OH^-
b. as a base with HI

Write separate equations representing the reaction of $H_2PO_4^-$

a. as a base with HBr
b. as an acid with OH^-

• كلما زادت قوة تأين الحمض ← كلما قلت قيمة pK_a لـ

• كلما زادت قوة تأين القاعدة ← كلما قلت قيمة pK_b لها.

• قوة تأين الحمض: (i) تتناسب طردي مع K_a

(ii) عكسي مع pK_a

$$pKa = \log \frac{1}{Ka} = - \log Ka$$

		pKa
ethanoic acid	$CH_3-C(=O)-O-H$	4.76
phenol		10.00
ethanol	CH_3-CH_2-O-H	about 16

• قوة تأين القاعدة تتناسب طردي مع K_b و عكسي مع pK_b

$$pK_b = \log \frac{1}{K_b} = - \log K_b$$

العوامل التي يجب مراعاتها

اثنان من العوامل التي تؤثر على تأين الحمض هما:

كسر قوة الرابطة ،

استقرار الأيونات التي يتم تشكيلها.

مثال / ثابت تأين الحمض :-

$$CH_3COOH_{aq} + H_2O_l \rightleftharpoons CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+_{aq}$$

ثابت تأين الحمض $K_a = \dfrac{[CH_3COO^-]\ [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

$$pK_a = - \log K_a$$

مثال / ثابت تأين القاعدة :-

$$NH_3\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$$

ثابت تأين القاعدة $K_b = \dfrac{[NH_4^+]\ [OH^-]}{[NH_3]}$

$$pK_b = - \log K_b$$

عند مقارنة ثوابت التأين لمجموعة من الأحماض المختلفة التي تم قياسها عند نفس الظروف نجد أنه كلما كانت قيمة K_a عالية كلما زادت مقدرة الحمض على التأين ويقترب بذلك من سلوك الأحماض القوية ونفس الشيء بالنسبة للقواعد الضعيفة .

مثال: تأين حامض الفسفوريك

Ionization Constants for Polyprotic Acids and Bases

Phosphoric acid is a *polyprotic acid*, or an acid that has more than one acidic proton. Remember that a *polyprotic acid* donates its protons in steps:

$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + H_3O^+$
$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_3O^+$
$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons PO_4^{3-} + H_3O^+$

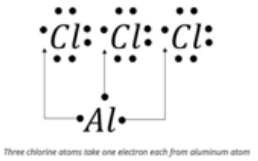
Of the three acids above, which will have the largest K_a value?

How do I know which of these is the strongest acid?

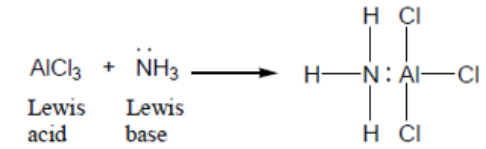
H_3PO_4 $H_2PO_4^-$ HPO_4^{2-}

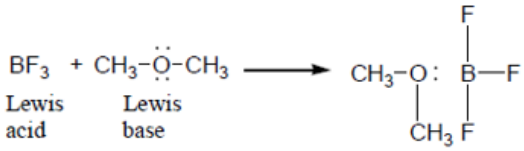
س/ اكتب معادلات تأين الحوامض التالية:
مبينا قوة الحامض
حامض الفورميك ، حامض الاوكزاليك ، حامض البنزويك ، حامض الكاربونيك.

نظرية لويس Lewis theory
عرفت هذه النظرية الحمض على أنه تلك المادة التي لها المقدرة على كسب زوج من الإلكترونات وتعتبر اليكتروفيلات وعرفت القاعدة على أنها المادة التي لها القدرة على منح زوج من الإلكترونات وتعتبر نيوكلوفيلات .



Three chlorine atoms take one electron each from aluminum atom





تسمى الرابطة التي تنشأ عن طريق مساهمة أحدى الذرات بزوج من الإلكترونات **بالرابطة التساهمية التناسقية** Coordinate covalent bond

أسئلة:

س/ وضح الحامض والقاعدة في كل من تفاعلات حامض-قاعدة لويس التالية:

Identify the acid and the base in each Lewis acid–base reaction.

a. $BH_3 + (CH_3)_2S \rightarrow H_3B{:}S(CH_3)_2$
b. $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$
c. $BeCl_2 + 2\ Cl^- \rightarrow BeCl_4^{2-}$

س/ وضح حامض لويس وقاعدة لويس في كل من التفاعلات التالية:

a. $Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow Al(OH)_4^-$
b. $SnS_2 + S^{2-} \rightarrow SnS_3^{2-}$
c. $Cd(CN)_2 + 2CN^- \rightarrow Cd(CN)_4^{2+}$
d. $AgCl + 2NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+ + Cl^-$
e. $Fe^{2+} + NO \rightarrow Fe(NO)^{2+}$
f. $[Ni^{2+} + 6NH_3 \rightarrow Ni(NH_3)_5^{2+}$