تعادل اسید-باز

مثالهایی از اسیدهای دوتایی (هیدروژن و یک عنصر الکترونگاتیو)، اکسی اسیدها و اسیدهای آلی ضعیف و قوی را در جدول زیر می بینید:

	Strong	Weak
Binary Acids	hydrochloric acid, $HCl(aq)$	hydrofluoric acid, $HF(aq)$
Oxyacids	nitric acid, HNO_3, sulfuric acid, H_2SO_4	other acids with the general formula $H_aX_bO_c$
Organic acids	None	acetic acid, $HC_2H_3O_2$, and others

ترتیب قدرت اسیدی در اسیدهای دوتایی گروه هالوژنها به چه صورت است؟

فرمول کلی اکسی اسیدها را می توان به صورت زیر نوشت:

H-O-Z

که در آن Z یک عنصر الکترونگاتیو است. هیدروژنی که از طریق اکسیژن به Z متصل است خاصیت اسیدی دارد. ممکن است اکسیژنهای بیشتری از طریق پیوند داتیو به Z متصل باشد. اکسی اسیدها ممکن است یک یا چند هیدروژن اسیدی داشته باشند. به نظر شما قدرت اسیدی یک اکسی اسید به چه عواملی بستگی دارد؟

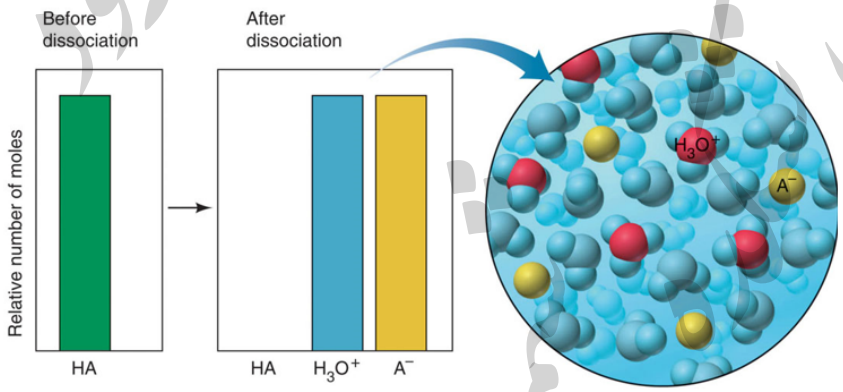
نامگذاری اسیدهای دوتایی (توجه کنید که وقتی ترکیبهای کوالانسی زیر در آب حل می شوند به اسید دوتایی مربوطه تبدیل می شوند)

Formula	Named as Binary Covalent Compound	Acid Formula	Named as Binary acid
HF or $HF(g)$	hydrogen monofluoride or hydrogen fluoride	$HF(aq)$	hydrofluoric acid
HCl or $HCl(g)$	hydrogen monochloride or hydrogen chloride	$HCl(aq)$	hydrochloric acid
HBr or $HBr(g)$	hydrogen monobromide or hydrogen bromide	$HBr(aq)$	hydrobromic acid
HI or $HI(g)$	hydrogen moniodide or hydrogen iodide	$HI(aq)$	hydriodic acid

نامگذاری اکسی اسیدها:

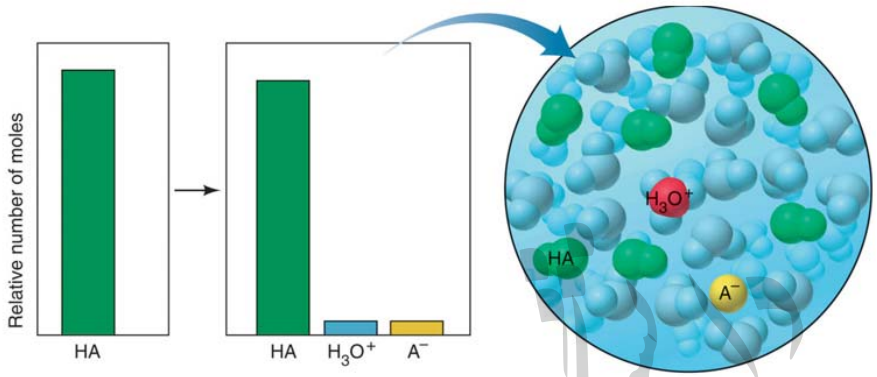
Oxyanion Formula	Oxyanion Name	Oxyacid Formula	Oxyacid Name
NO_3^-	nitrate	HNO_3	nitric acid
$C_2H_3O_2^-$	acetate	$HC_2H_3O_2$	acetic acid
SO_4^{2-}	sulfate	H_2SO_4	sulfuric acid (Note that the whole name *sulfur* is used in the oxyacid name.)
CO_3^{2-}	carbonate	H_2CO_3	carbonic acid
PO_4^{3-}	phosphate	H_3PO_4	phosphoric acid (Note that the root of phosphorus in an oxyacid name is *phosphor-*.)

اسید یک ظرفیتی HA را در نظر بکیرید. اگر این اسید قوی باشد به طور کامل در آب تفکیک می شود (شکل زیر، 18-1)



Strong acid: $HA(g \text{ or } l) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + A^-(aq)$

اگر HA یک اسید ضعیف باشد به طور جزئی در آب تفکیک می شود (شکل زیر، 18-2) و واکنش تفکیک به تعادل می رسد



Weak acid: $HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$

$$K_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]}$$

stronger acid → higher $[H_3O^+]$ → larger K_a

Ka ثابت تفکیک اسید است.

$$K_c[H_2O] = K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

smaller K_a → lower $[H_3O^+]$ → weaker acid

اثر خصوصیات اتمی و مولکولی بر قدرت اسیدی هیدریدهای غیرفلزی

Figure 18.11 **The effect of atomic and molecular properties on nonmetal hydride acidity.**

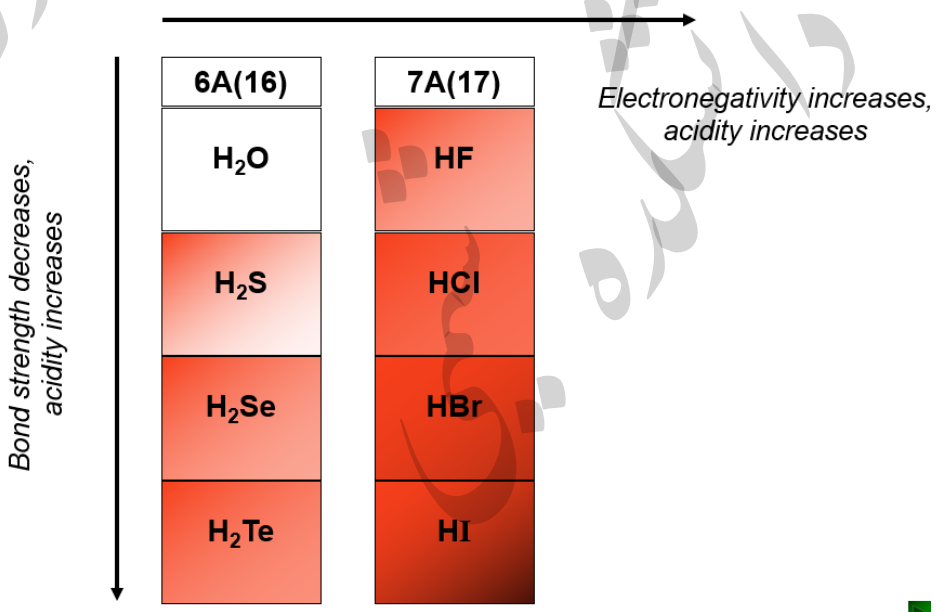


Figure 18.12 The relative strengths of oxoacids.

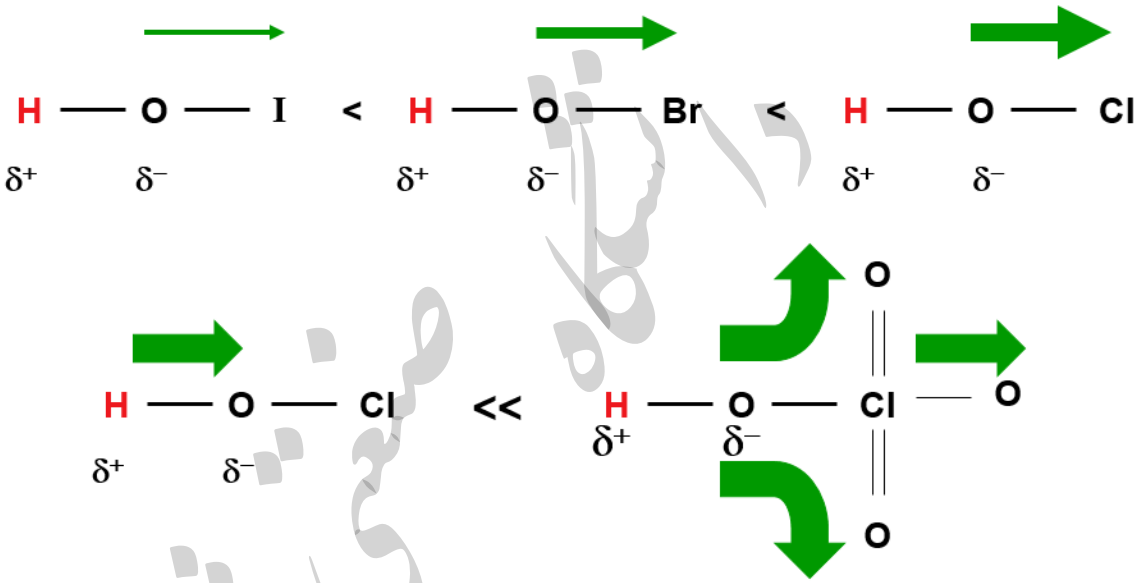


Table 18.2 K_a Values for Some Monoprotic Acids at 25°C

Name (Formula)	Lewis Structure*	K_a
Chlorous acid ($HClO_2$)	H—Ö—Cl̈=Ö	1.1×10^{-2}
Nitrous acid (HNO_2)	H—Ö—N̈=Ö	7.1×10^{-4}
Hydrofluoric acid (HF)	H—F̈:	6.8×10^{-4}
Formic acid (HCOOH)	H—C(=:O:)—Ö—H	1.8×10^{-4}
Acetic acid (CH_3COOH)	H—C(H)(H)—C(=:O:)—Ö—H	1.8×10^{-5}
Propanoic acid (CH_3CH_2COOH)	H—C(H)(H)—C(H)(H)—C(=:O:)—Ö—H	1.3×10^{-5}
Hypochlorous acid (HClO)	H—Ö—Cl̈:	2.9×10^{-8}
Hydrocyanic acid (HCN)	H—C≡N:	6.2×10^{-10}

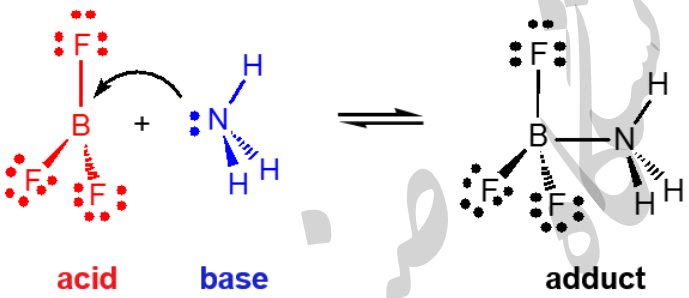
ACID STRENGTH

*Red type indicates the ionizable proton; all atoms have zero formal charge.

Molecules as Lewis Acids

An acid is an electron-pair acceptor.

A base is an electron-pair donor.



Sample Problem 18.15 Identifying Lewis Acids and Bases

PROBLEM: Identify the Lewis acids and Lewis bases in the following reactions:

(a) $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$

(b) $Cl^- + BCl_3 \rightleftharpoons BCl_4^-$

(c) $K^+ + 6H_2O \rightleftharpoons K(H_2O)_6^+$

PLAN: Look for electron pair acceptors (acids) and donors (bases).

SOLUTION:

acceptor

(a) $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$

donor

donor

(b) $Cl^- + BCl_3 \rightleftharpoons BCl_4^-$

acceptor

acceptor

(c) $K^+ + 6H_2O \rightleftharpoons K(H_2O)_6^+$

donor

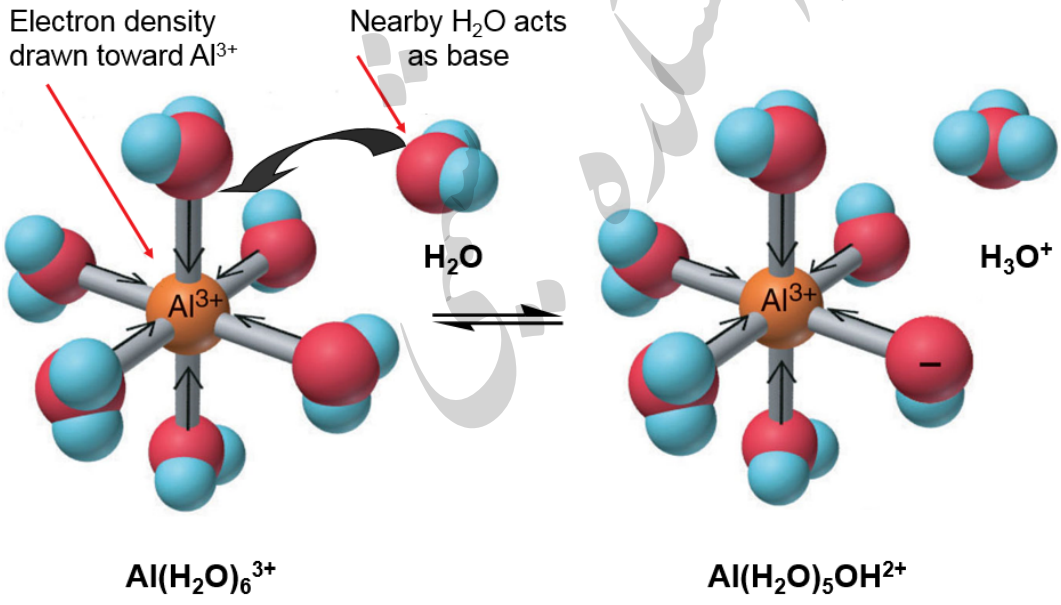
قدرت اسیدی یونهای فلزی هیدراته

Table 18.7 K_a Values of Some Hydrated Metal Ions at 25°C

Free Ion	Hydrated Ion	K_a
Fe^{3+}	$Fe(H_2O)_6^{3+}(aq)$	6×10^{-3}
Sn^{2+}	$Sn(H_2O)_6^{2+}(aq)$	4×10^{-4}
Cr^{3+}	$Cr(H_2O)_6^{3+}(aq)$	1×10^{-4}
Al^{3+}	$Al(H_2O)_6^{3+}(aq)$	1×10^{-5}
Cu^{2+}	$Cu(H_2O)_6^{2+}(aq)$	3×10^{-8}
Pb^{2+}	$Pb(H_2O)_6^{2+}(aq)$	3×10^{-8}
Zn^{2+}	$Zn(H_2O)_6^{2+}(aq)$	1×10^{-9}
Co^{2+}	$Co(H_2O)_6^{2+}(aq)$	2×10^{-10}
Ni^{2+}	$Ni(H_2O)_6^{2+}(aq)$	1×10^{-10}

ACID STRENGTH

Figure 18.13 The acidic behavior of the hydrated Al^{3+} ion.



پیش بینی جهت واکنش اسید/باز

واکنشها در جهت تولید اسید و باز ضعیف پیش می روند.

Sample Problem 18.5 **Predicting the Net Direction of an Acid-Base Reaction**

PROBLEM: Predict the net direction and whether K_c is greater or less than 1 for each of the following reactions (assume equal initial concentrations of all species):

(a) $H_2PO_4^-(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq)$

(b) $H_2O(l) + HS^-(aq) \rightleftharpoons OH^-(aq) + H_2S(aq)$

PLAN: Identify the conjugate acid-base pairs and then consult Figure 18.9 (button) to determine the relative strength of each. The stronger the species, the more preponderant its conjugate.

SOLUTION: **(a)** $H_2PO_4^-(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq)$

stronger acid *stronger base* *weaker base* *weaker acid*

Net direction is to the right with $K_c > 1$.

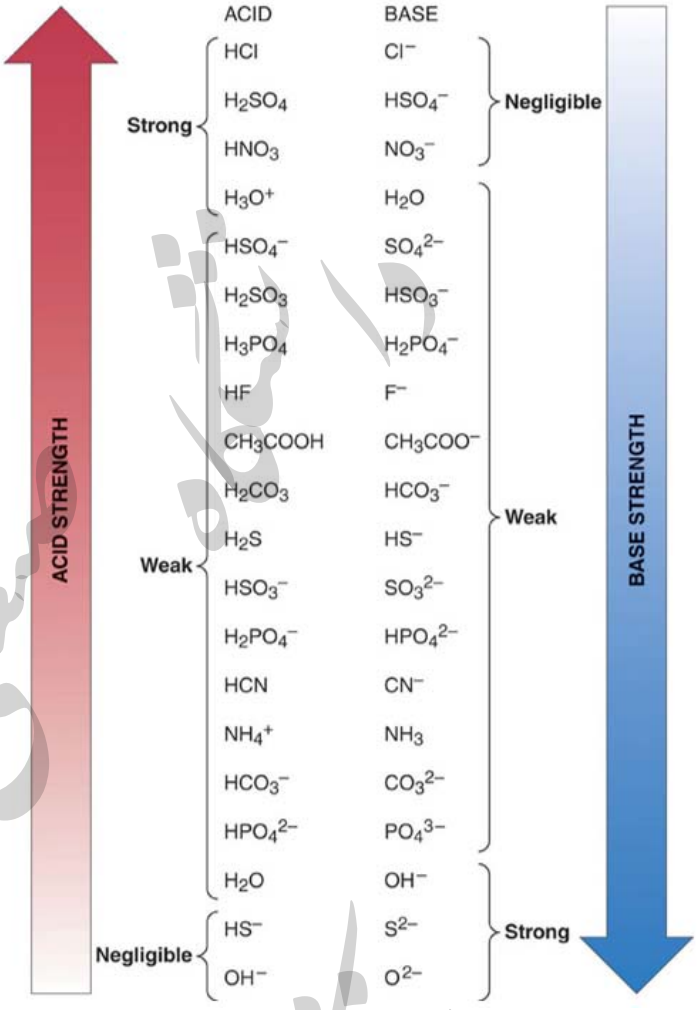
(b) $H_2O(l) + HS^-(aq) \rightleftharpoons OH^-(aq) + H_2S(aq)$

weaker acid *weaker base* *stronger base* *stronger acid*

Net direction is to the left with $K_c < 1$.

Figure 18.9

Strengths of conjugate acid-base pairs.

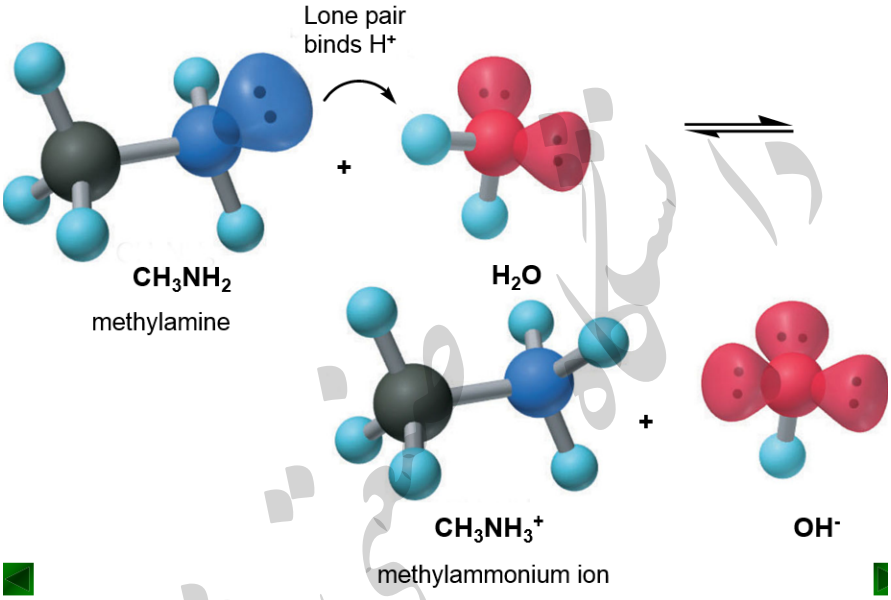


تمرین: اکسی اسیدهای فسفر و نیز اکسی اسیدهای کلر و نام آنها را بنویسید. ساختار لوئیس آنها را رسم کنید. آنها را از لحاظ قدرت اسیدی با هم مقایسه کنید. هریک چند هیدروژن اسیدی دارد؟ (پاسخ را از طریق ایمیل ارسال نمایید.)

The acid in the paper used to make some books damages the paper and leaves it brittle. The paper in the book above was made with a process that left the paper acidic.

واکنش تعادلی بازهای ضعیف با آب

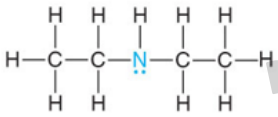
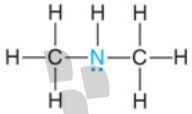
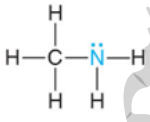
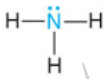
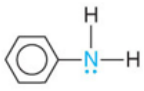
Figure 18.10 **Abstraction of a proton from water by methylamine.**



18-37

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 18.6 K_b Values for Some Molecular (Amine) Bases at 25°C

Name (Formula)	Lewis Structure*	K_b
Diethylamine [$(CH_3CH_2)_2NH$]		8.6×10^{-4}
Dimethylamine [$(CH_3)_2NH$]		5.9×10^{-4}
Methylamine (CH_3NH_2)		4.4×10^{-4}
Ammonia (NH_3)		1.76×10^{-5}
Pyridine (C_5H_5N)		1.7×10^{-9}
Aniline ($C_6H_5NH_2$)		4.0×10^{-10}

BASE STRENGTH

*Blue type indicates the basic nitrogen and its lone pair.