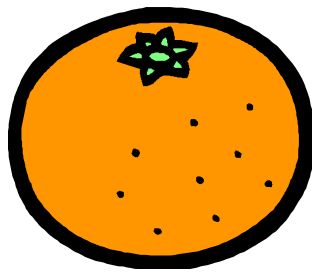


Presentasi Powerpoint Pengajar
oleh
Penerbit ERLANGGA
Divisi Perguruan Tinggi

Bab 16

Asam dan Basa



Asam

Memiliki rasa masam; misalnya cuka mempunyai rasa dari asam asetat, dan lemon serta buah-buahan sitrun lainnya mengandung asam sitrat.

Asam menyebabkan perubahan warna pd zat warna tumbuhan.

Bereaksi dg logam tertentu menghasilkan gas oksigen.

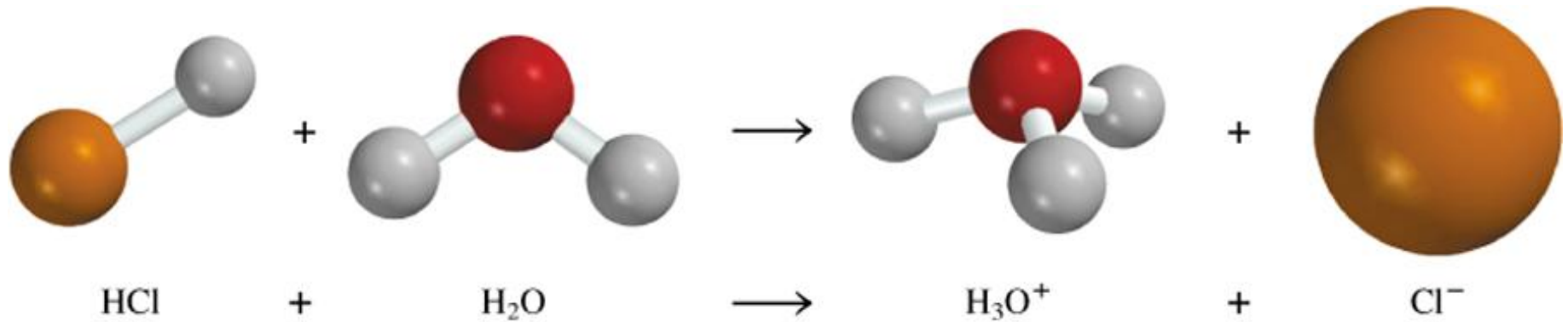


Bereaksi dengan karbonat dan bikarbonat menghasilkan gas karbon monoksida.

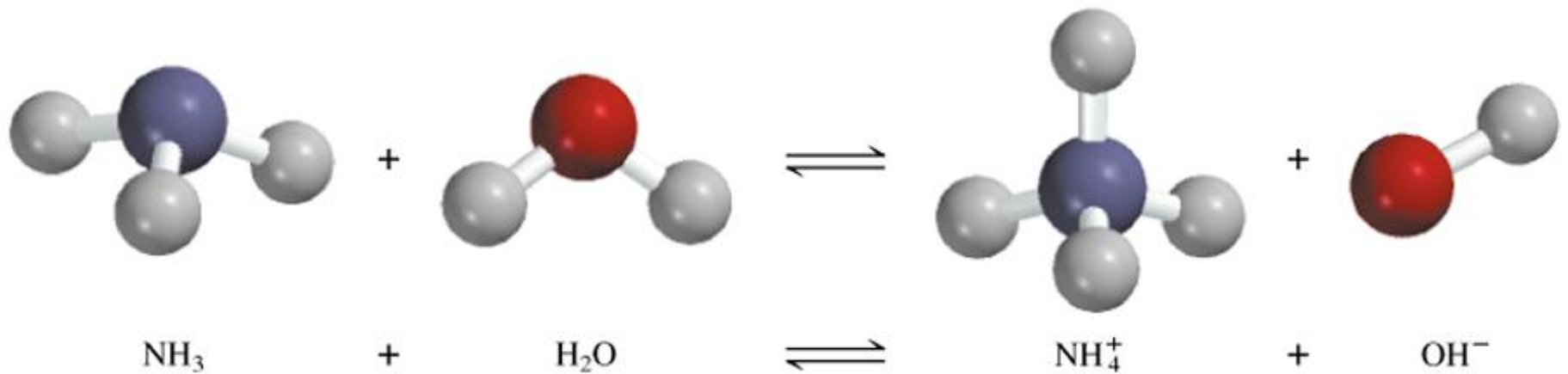


Larutan asam dalam air menghantarkan listrik.

Asam Arrhenius adalah zat yang menghasilkan H^+ (H_3O^+) dalam air

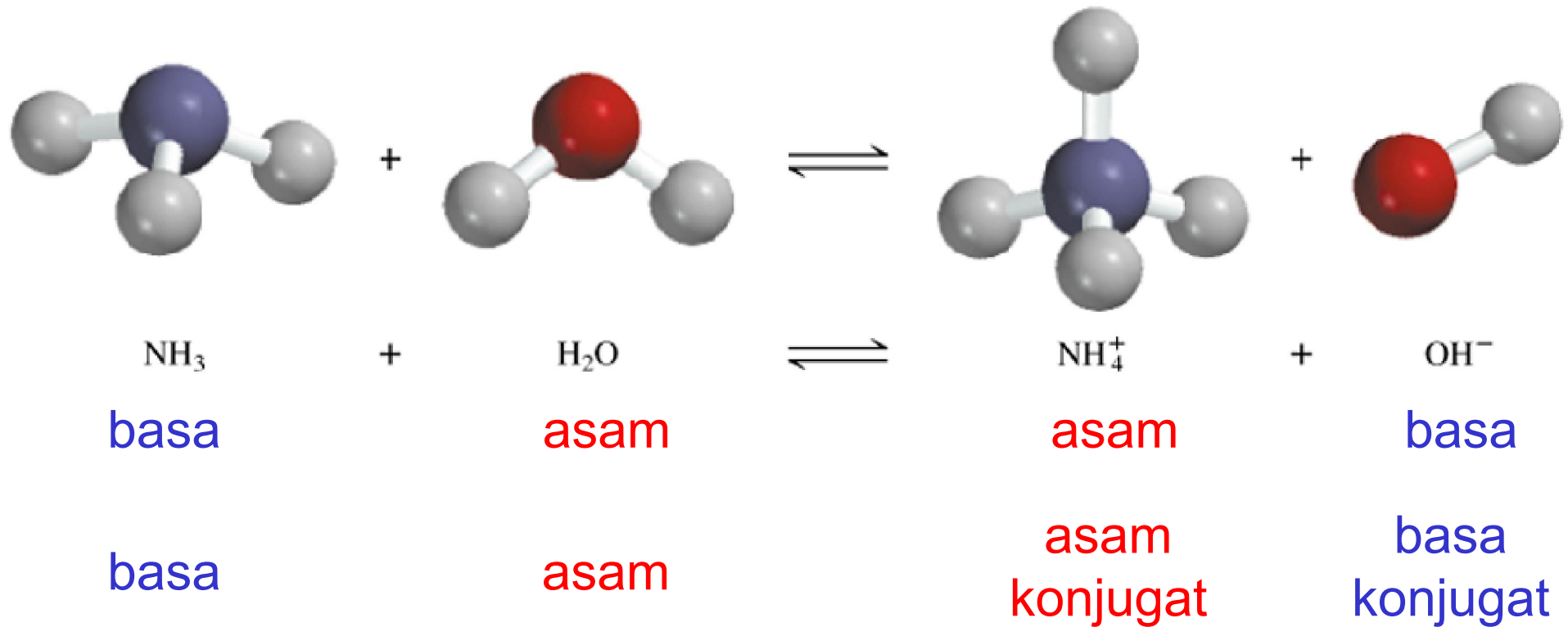


Basa Arrhenius adalah zat yang menghasilkan OH^- dalam air



Asam Brønsted adalah donor proton

Basa Brønsted adalah akseptor proton



Basa konjugat dari suatu asam adalah spesi yang terbentuk ketika satu proton pindah dari asam tersebut.

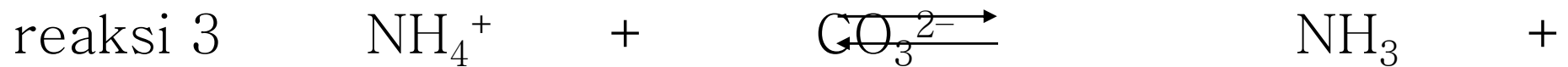
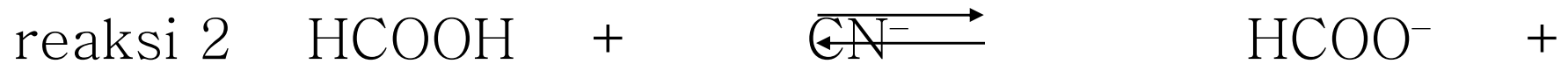
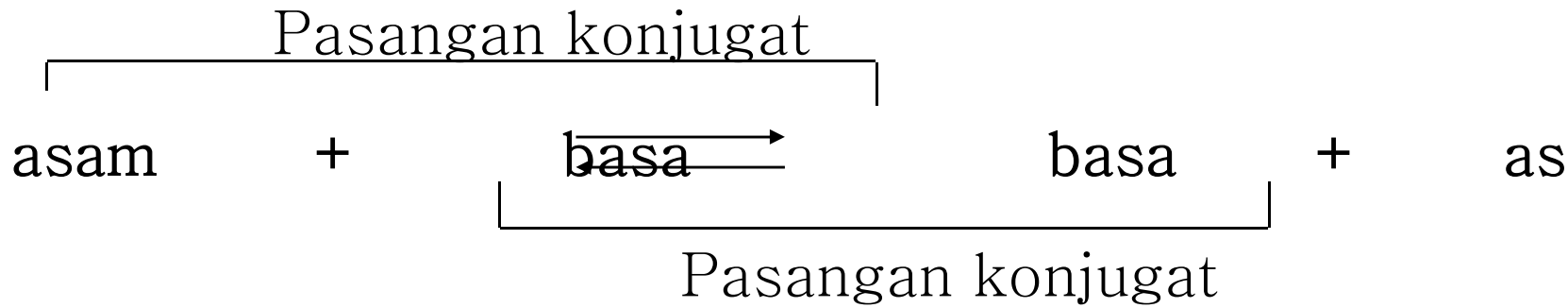
Asam konjugat dari suatu basa adalah spesi yang terbentuk ketika satu proton ditambahkan ke basa tersebut.



Apakah basa konjugat dari: HF, H₂SO₄, NH₃?

Apakah asam konjugat dari: O²⁻, SO₄²⁻, NH₃?

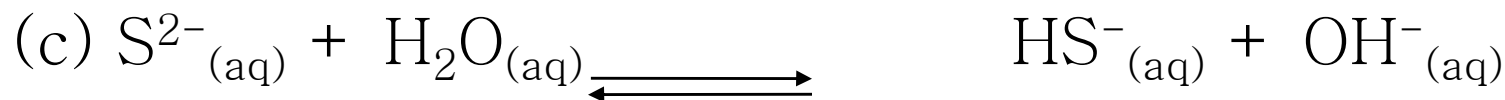
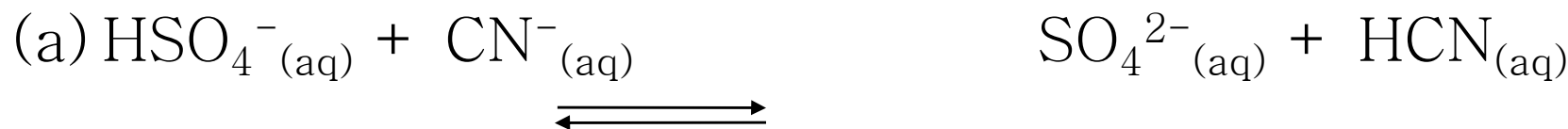
Pasangan-pasangan konjugat dalam reaksi asam-basa



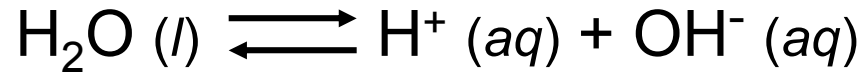
Menentukan Pasangan Asam-Basa konjugat

Soal: Reaksi-reaksi kimia di bawah ini penting dalam proses-proses

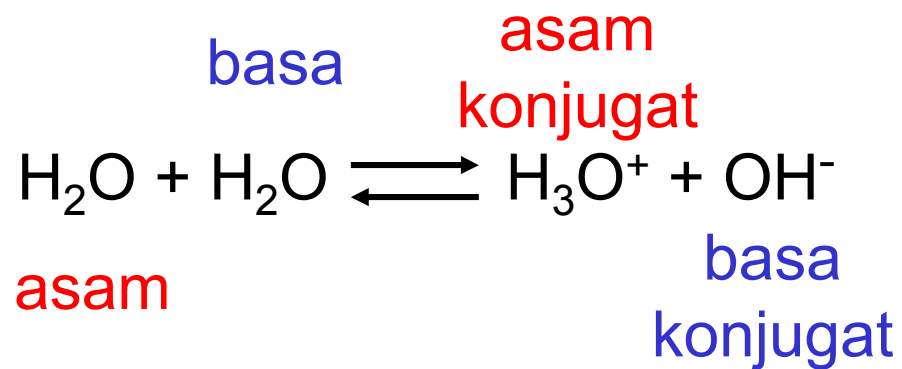
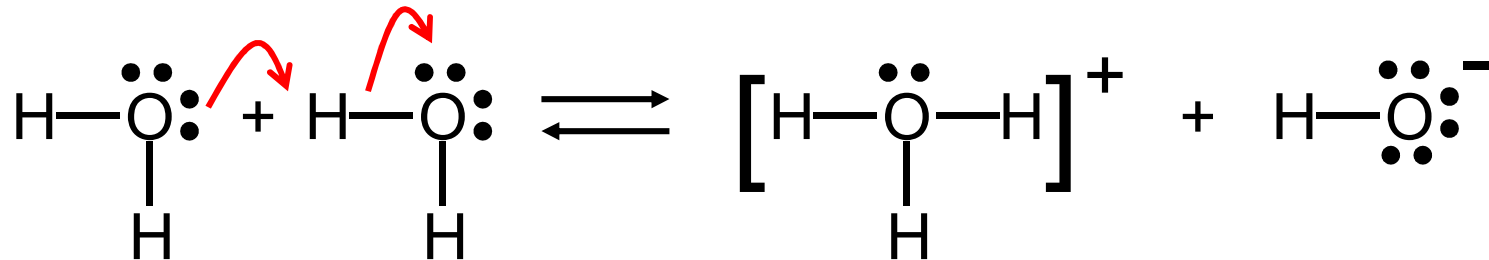
industri. Tentukan pasangan asam-basa konjugat.



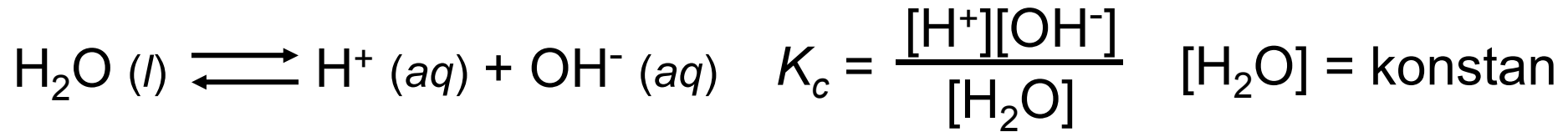
Sifat-sifat Asam-Basa Air



autoionisasi air



Konstanta Hasilkali Ion Air



$$K_c[\text{H}_2\text{O}] = K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

***Konstanta hasilkali ion air* (K_w)** adalah hasilkali antara konsentrasi molar ion H^+ dan ion OH^- **pada suhu tertentu.**

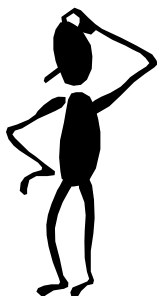
Larutan bersifat

$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ netral

$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ asam

$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ basa

Pada suhu 25°C
 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$



Berapakan konsentrasi ion OH^- dalam larutan HCl yang konsentrasi hidrogennya sebesar $1,3 \text{ M}$?

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = 1,3 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,3} = 7,7 \times 10^{-15} \text{ M}$$

Berapakah $[\text{H}^+]$ dalam $0,035 \text{ M NaOH}$?

pH – Ukuran Keasaman

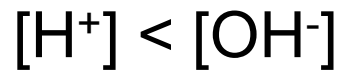
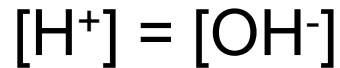
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Larutan bersifat

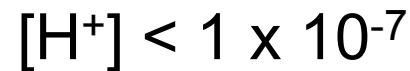
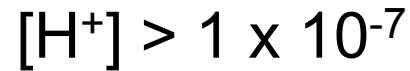
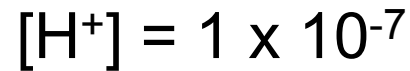
netral

asam

basa



Pada suhu 25°C



$$\text{pH} = 7$$

$$\text{pH} < 7$$

$$\text{pH} > 7$$

pH ↑

[H⁺] ↓

Table 15.1 The pHs of Some Common Fluids

Sample	pH Value
Gastric juice in the stomach	1.0–2.0
Lemon juice	2.4
Vinegar	3.0
Grapefruit juice	3.2
Orange juice	3.5
Urine	4.8–7.5
Water exposed to air*	5.5
Saliva	6.4–6.9
Milk	6.5
Pure water	7.0
Blood	7.35–7.45
Tears	7.4
Milk of magnesia	10.6
Household ammonia	11.5

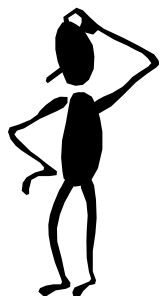
* Water exposed to air for a long period of time absorbs atmospheric CO_2 to form carbonic acid, H_2CO_3 .

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$-\log [\text{H}^+] - \log [\text{OH}^-] = 14,00$$

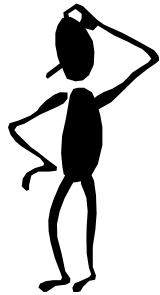
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,00$$



pH air hujan di daerah tertentu di bagian timur-laut Amerika pada hari tertentu adalah 4,82. Berapakah konsentrasi ion H^+ dalam air hujan?

$$pH = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,82} = 1,5 \times 10^{-5} M$$



Konsentrasi ion OH^- dalam sampel darah adalah $2,5 \times 10^{-7} M$. Berapakah pH sampel darah tersebut?

$$pH + pOH = 14,00$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (2,5 \times 10^{-7}) = 6,60$$

$$pH = 14,00 - pOH = 14,00 - 6,60 = 7,40$$

Menghitung $[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH, $[\text{OH}^-]$, dan pOH

Soal: Seorang kimiawan mengencerkan asam klorida pekat untuk membuat dua larutan: (a) 3,0 M dan (b) 0,0024 M .

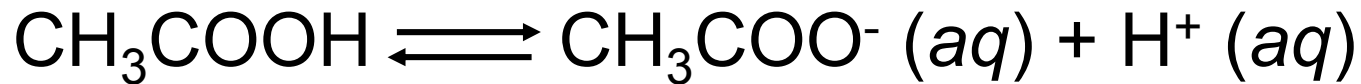
Hitunglah $[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH, $[\text{OH}^-]$, dan pOH dari kedua larutan tersebut pada suhu 25°C .

Berapakah $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{OH}^-]$, dan pOH dari suatu larutan yang memiliki pH = 3,67? dan pH = 8,05?

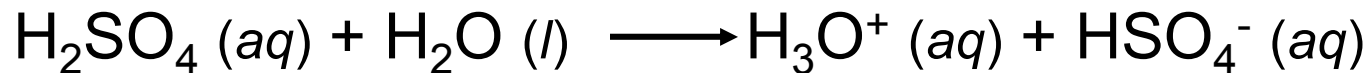
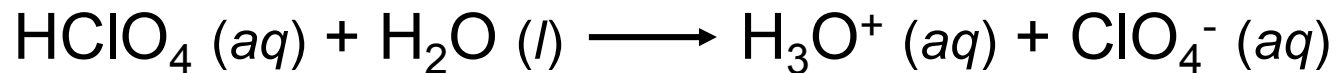
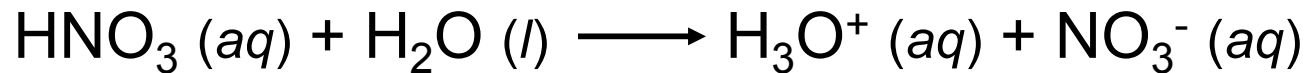
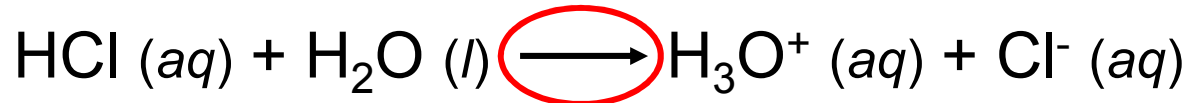
elektrolit kuat – 100% terdisosiasi



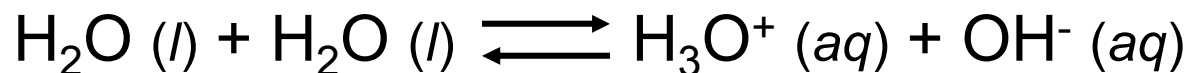
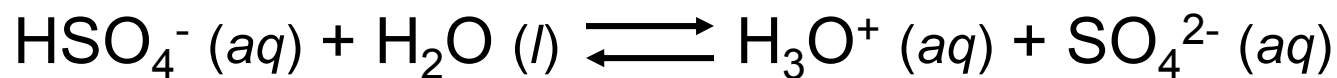
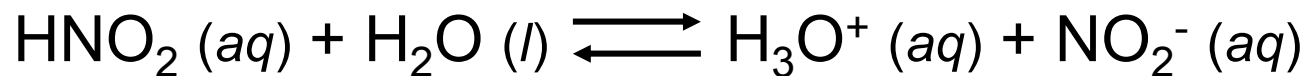
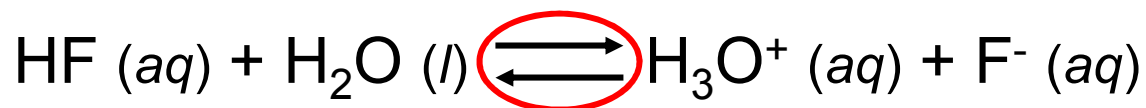
elektrolit lemah – tidak terdisosiasi sempurna



Asam kuat adalah elektrolit kuat



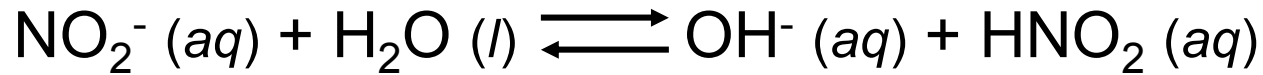
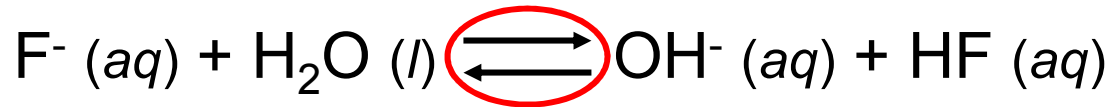
Asam lemah adalah elektrolit lemah



Basa kuat adalah elektrolit kuat



Basa lemah adalah elektrolit lemah (NH_3)



Pasangan asam-basa konjugat:

- Jika asamnya kuat, basa konjugatnya sangat lemah.
- H_3O^+ adalah asam terkuat yang dapat berada di dalam larutan berair.
- Ion OH^- adalah basa terkuat yang dapat berada di dalam larutan berair.

Table 15.2 Relative Strengths of Conjugate Acid-Base Pairs

	Acid	Conjugate Base		
Acid strength increases ↑	Strong acids	HClO ₄ (perchloric acid)	ClO ₄ ⁻ (perchlorate ion)	↓ Base strength increases
		HI (hydroiodic acid)	I ⁻ (iodide ion)	
		HBr (hydrobromic acid)	Br ⁻ (bromide ion)	
		HCl (hydrochloric acid)	Cl ⁻ (chloride ion)	
		H ₂ SO ₄ (sulfuric acid)	HSO ₄ ⁻ (hydrogen sulfate ion)	
		HNO ₃ (nitric acid)	NO ₃ ⁻ (nitrate ion)	
		H ₃ O ⁺ (hydronium ion)	H ₂ O (water)	
	Weak acids	HSO ₄ ⁻ (hydrogen sulfate ion)	SO ₄ ²⁻ (sulfate ion)	
		HF (hydrofluoric acid)	F ⁻ (fluoride ion)	
		HNO ₂ (nitrous acid)	NO ₂ ⁻ (nitrite ion)	
		HCOOH (formic acid)	HCOO ⁻ (formate ion)	
		CH ₃ COOH (acetic acid)	CH ₃ COO ⁻ (acetate ion)	
		NH ₄ ⁺ (ammonium ion)	NH ₃ (ammonia)	
		HCN (hydrocyanic acid)	CN ⁻ (cyanide ion)	
		H ₂ O (water)	OH ⁻ (hydroxide ion)	
NH ₃ (ammonia)	NH ₂ ⁻ (amide ion)			

asam kuat

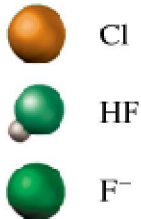
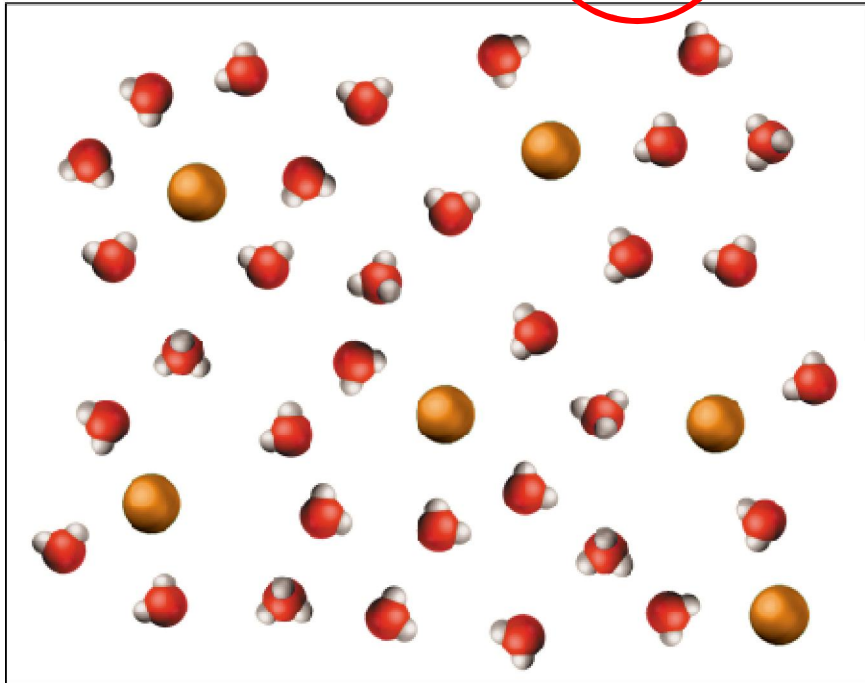
Before Ionization

HCl



At Equilibrium

H⁺ Cl⁻



asam lemah

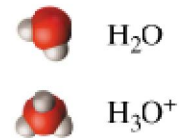
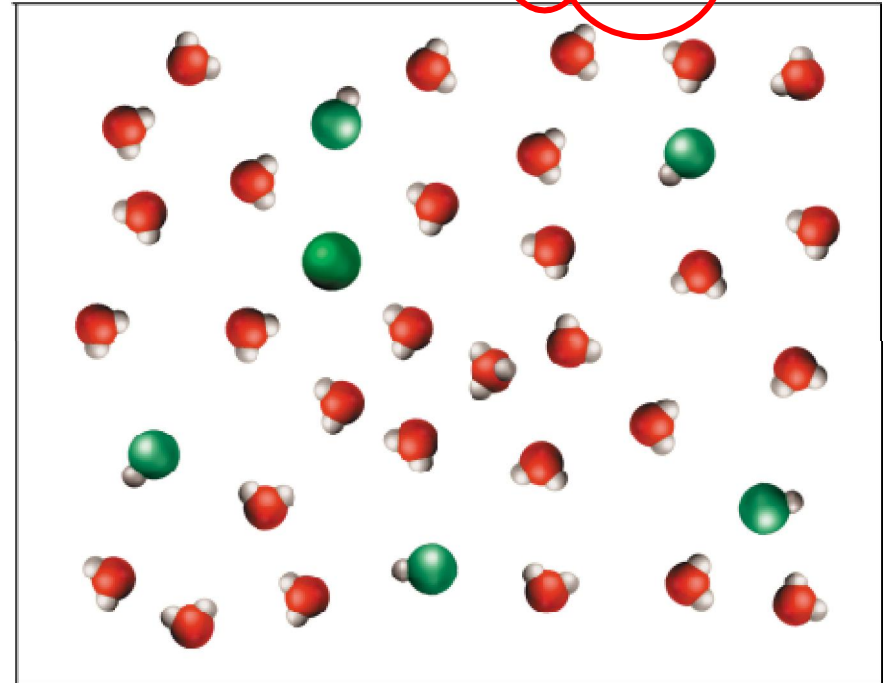
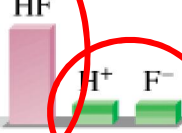
Before Ionization

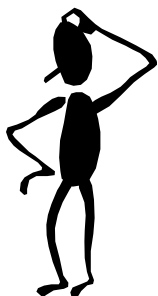
HF



At Equilibrium

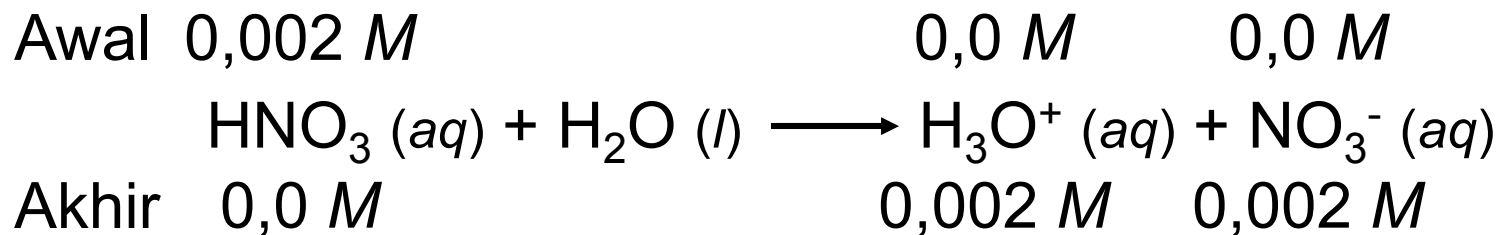
HF H⁺ F⁻



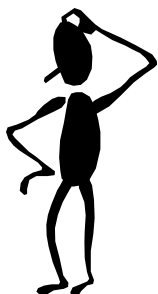


Berapakah pH dari larutan $2 \times 10^{-3} \text{ M HNO}_3$?

HNO_3 adalah asam kuat – 100% terdisosiasi.

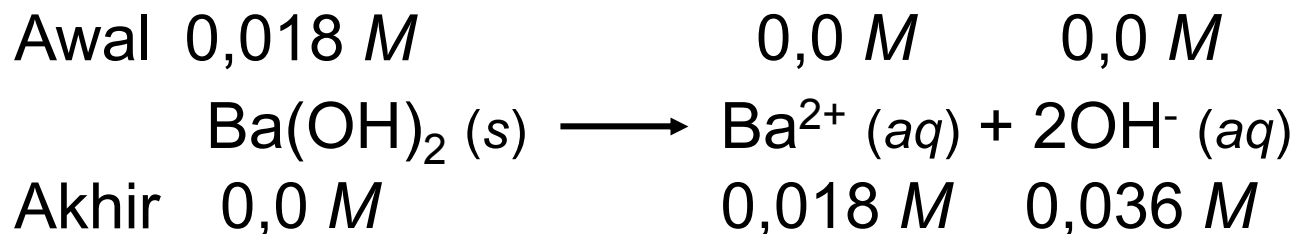


$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0,002) = 2,7$$



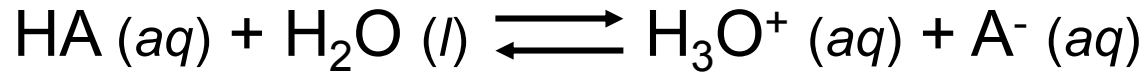
Berapakah pH dari larutan $1,8 \times 10^{-2} \text{ M Ba(OH)}_2$?

Ba(OH)_2 adalah basa kuat – 100% terdisosiasi.



$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 14,00 + \log(0,036) = 12,56$$

Asam Lemah (HA) dan Konstanta Ionisasi Asam



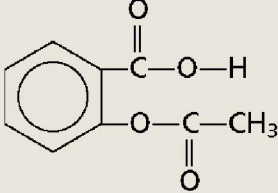
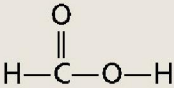
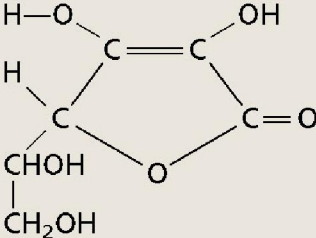
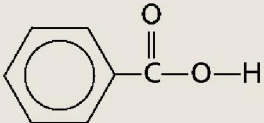
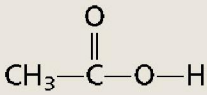
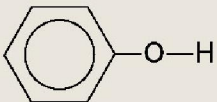
$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

K_a adalah ***konstanta ionisasi asam***

$K_a \uparrow$

kekuatan
asam lemah \uparrow

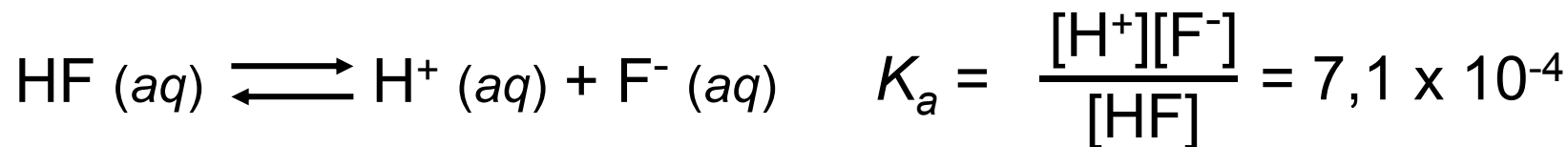
Table 15.3 Ionization Constants of Some Weak Acids and Their Conjugate Bases at 25°C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	K_b
Hydrofluoric acid	HF	H—F	7.1×10^{-4}	F^-	1.4×10^{-11}
Nitrous acid	HNO ₂	O=N—O—H	4.5×10^{-4}	NO_2^-	2.2×10^{-11}
Acetylsalicylic acid (aspirin)	C ₉ H ₈ O ₄		3.0×10^{-4}	$C_9H_7O_4^-$	3.3×10^{-11}
Formic acid	HCOOH		1.7×10^{-4}	$HCOO^-$	5.9×10^{-11}
Ascorbic acid*	C ₆ H ₈ O ₆		8.0×10^{-5}	$C_6H_7O_6^-$	1.3×10^{-10}
Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH		6.5×10^{-5}	$C_6H_5COO^-$	1.5×10^{-10}
Acetic acid	CH ₃ COOH		1.8×10^{-5}	CH_3COO^-	5.6×10^{-10}
Hydrocyanic acid	HCN	H—C≡N	4.9×10^{-10}	CN^-	2.0×10^{-5}
Phenol	C ₆ H ₅ OH		1.3×10^{-10}	$C_6H_5O^-$	7.7×10^{-5}

* For ascorbic acid it is the upper left hydroxyl group that is associated with this ionization constant.



Berapakah pH dari larutan 0,5 M HF (pada 25°C)?



Awal (M) 0,50 0,00 0,00

Perubahan (M) -x +x +x

Akhir (M) 0,50 - x x x

$$K_a = \frac{x^2}{0,50 - x} = 7,1 \times 10^{-4}$$

$$K_a \ll 1 \quad 0,50 - x \approx 0,50$$

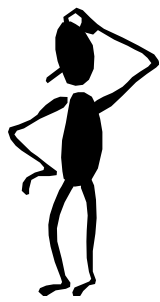
$$K_a \approx \frac{x^2}{0,50} = 7,1 \times 10^{-4}$$

$$x^2 = 3,55 \times 10^{-4} \quad x = 0,019 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{F}^-] = 0,019 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 1,72$$

$$[\text{HF}] = 0,50 - x = 0,48 \text{ M}$$



Kapan kita boleh menggunakan aproksimasi?

$$K_a \ll 1 \quad 0,50 - x \approx 0,50$$

Jika x lebih kecil daripada 5% dari konsentrasi awal.

$$x = 0,019 \quad \frac{0,019 \text{ M}}{0,50 \text{ M}} \times 100\% = 3,8\% \quad \begin{array}{l} \text{Lebih kecil dari 5\%} \\ \text{Aproksimasi ok.} \end{array}$$

Berapakah pH dari larutan 0,05 M HF (pada 25°C)?

$$K_a \approx \frac{x^2}{0,05} = 7,1 \times 10^{-4} \quad x = 0,006 \text{ M}$$

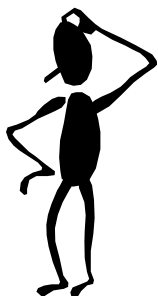
$$\frac{0,006 \text{ M}}{0,05 \text{ M}} \times 100\% = 12\%$$

Lebih dari 5%
Aproksimasi **tidak** ok.

Harus menggunakan persamaan kuadrat atau metode pendekatan berjenjang untuk mencari nilai x .

Menyelesaikan Soal-soal ionisasi asam lemah:

1. Tentukan spesi-spesi yang dapat mempengaruhi pH.
 - Pada sebagian besar soal, anda dapat mengabaikan autoionisasi air.
 - Abaikan $[\text{OH}^-]$ karena pH ditentukan oleh $[\text{H}^+]$.
2. Nyatakan konsentrasi kesetimbangan dari semua spesi dalam konsentrasi awal dan satu variabel x .
3. Tulis K_a dalam konsentrasi-konsentrasi kesetimbangannya. Setelah mengetahui nilai K_a , kita dapat mencari x .
4. Hitunglah konsentrasi dari semua spesi dan/atau pH larutan.



Berapakah pH dari 0,122 M asam monoprotik yang nilai K_a -nya $5,7 \times 10^{-4}$?



Awal (M)	0,122	0,00	0,00
----------	-------	------	------

Perubahan (M)	-x	+x	+x
---------------	----	----	----

Akhir (M)	0,122 - x	x	x
-----------	-----------	---	---

$$K_a = \frac{x^2}{0,122 - x} = 5,7 \times 10^{-4}$$

$$K_a \ll 1 \quad 0,122 - x \approx 0,122$$

$$K_a \approx \frac{x^2}{0,122} = 5,7 \times 10^{-4}$$

$$x^2 = 6,95 \times 10^{-5} \quad x = 0,0083 \text{ M}$$

$$\frac{0,0083 \text{ M}}{0,122 \text{ M}} \times 100\% = 6,8\%$$

Lebih dari 5%
Aproksimasi **tidak** ok.

$$K_a = \frac{x^2}{0,122 - x} = 5,7 \times 10^{-4} \quad x^2 + 0,00057x - 6,95 \times 10^{-5} = 0$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = 0,0081$$

~~$$x = -0,0081$$~~



Awal (M)	0,122	0.00	0,00
----------	-------	------	------

Perubahan (M)	-x	+x	+x
---------------	----	----	----

Akhir (M)	0,122 - x	x	x
-----------	-----------	---	---

$$[\text{H}^+] = x = 0,0081 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 2,09$$

persen ionisasi = $\frac{\text{konsentrasi asam Ionisasi pada kesetimbangan}}{\text{konsentrasi awal asam}} \times 100\%$

Untuk asam monoprotik HA

Persen ionisasi = $\frac{[H^+]}{[HA]_0} \times 100\%$ $[HA]_0$ = konsentrasi awal

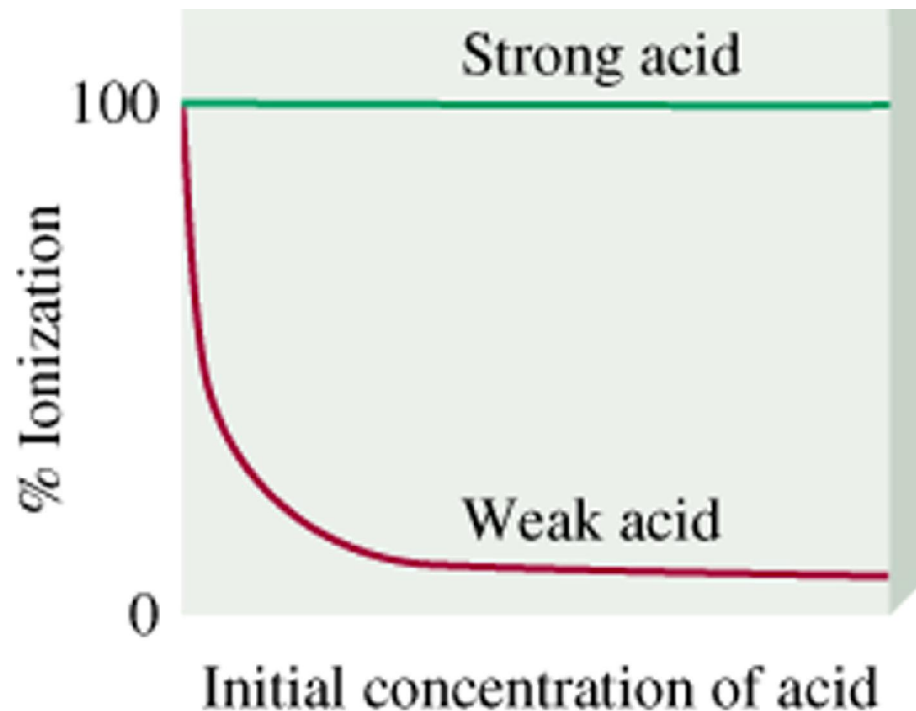


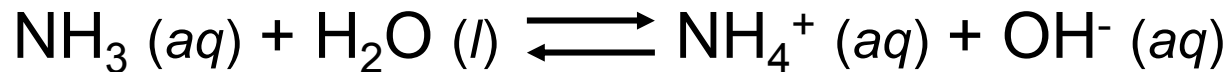
Table 15.5 Ionization Constants of Some Diprotic Acids and a Polyprotic Acid and Their Conjugate Bases at 25°C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	K_b
Sulfuric acid	H_2SO_4	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O-H \\ \\ O \end{array}$	very large	HSO_4^-	very small
Hydrogen sulfate ion	HSO_4^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O^- \\ \\ O \end{array}$	1.3×10^{-2}	SO_4^{2-}	7.7×10^{-13}
Oxalic acid	$C_2H_2O_4$	$\begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O-H \end{array}$	6.5×10^{-2}	$C_2HO_4^-$	1.5×10^{-13}
Hydrogen oxalate ion	$C_2HO_4^-$	$\begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O^- \end{array}$	6.1×10^{-5}	$C_2O_4^{2-}$	1.6×10^{-10}
Sulfurous acid*	H_2SO_3	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O-H \end{array}$	1.3×10^{-2}	HSO_3^-	7.7×10^{-13}
Hydrogen sulfite ion	HSO_3^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O \end{array}$	6.3×10^{-8}	SO_3^{2-}	1.6×10^{-7}
Carbonic acid	H_2CO_3	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-C-O-H \end{array}$	4.2×10^{-7}	HCO_3^-	2.4×10^{-8}
Hydrogen carbonate ion	HCO_3^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-C-O^- \end{array}$	4.8×10^{-11}	CO_3^{2-}	2.1×10^{-4}
Hydrosulfuric acid	H_2S	$H-S-H$	9.5×10^{-8}	HS^-	1.1×10^{-7}
Hydrogen sulfide ion†	HS^-	$H-S^-$	1×10^{-19}	S^{2-}	1×10^5
Phosphoric acid	H_3PO_4	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O-H \\ \\ O \\ \\ H \end{array}$	7.5×10^{-3}	$H_2PO_4^-$	1.3×10^{-12}
Dihydrogen phosphate ion	$H_2PO_4^-$	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O^- \\ \\ O \\ \\ H \end{array}$	6.2×10^{-8}	HPO_4^{2-}	1.6×10^{-7}
Hydrogen phosphate ion	HPO_4^{2-}	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O \\ \\ O^- \end{array}$	4.8×10^{-13}	PO_4^{3-}	2.1×10^{-2}

* H_2SO_3 has never been isolated and exists in only minute concentration in aqueous solution of SO_2 . The K_a value here refers to the process $SO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + HSO_3^-(aq)$.

† The ionization constant of HS^- is very low and difficult to measure. The value listed here is only an estimate.

Basa Lemah dan Konstanta Ionisasi Basa



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

K_b adalah ***konstanta ionisasi basa***

$K_b \uparrow$

kekuatan
basa lemah \uparrow



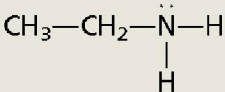
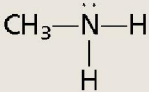
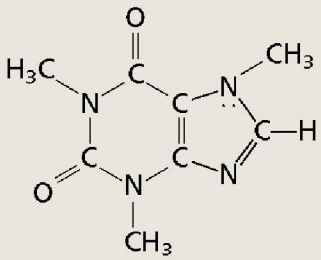
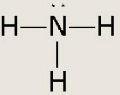
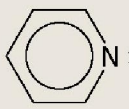
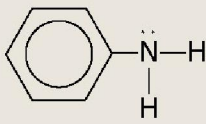
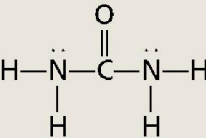
Selesaikan soal-soal basa lemah seperti asam lemah namun di sini kita mencari $[\text{OH}^-]$ ***bukan*** $[\text{H}^+]$.

Konstanta disosiasi-basa K_b mengacu pada kesetimbangan yang terjadi ketika basa lemah ditambahkan ke dalam air.

Amonia dan amina adalah molekul-molekul yang paling umum yang bertindak sebagai basa lemah.

Sebagian besar anion bertindak sebagai basa lemah.

Table 15.4 Ionization Constants of Some Weak Bases and Their Conjugate Acids at 25°C

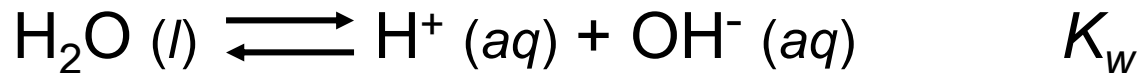
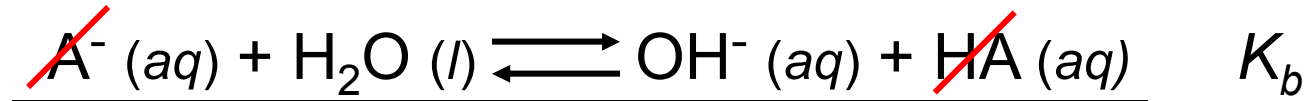
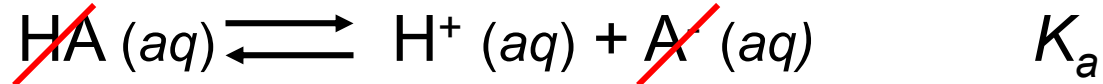
Name of Base	Formula	Structure	K_b^*	Conjugate Acid	K_a
Ethylamine	$C_2H_5NH_2$		5.6×10^{-4}	$C_2H_5NH_3^+$	1.8×10^{-11}
Methylamine	CH_3NH_2		4.4×10^{-4}	$CH_3NH_3^+$	2.3×10^{-11}
Caffeine	$C_8H_{10}N_4O_2$		4.1×10^{-4}	$C_8H_{11}N_4O_2^+$	2.4×10^{-11}
Ammonia	NH_3		1.8×10^{-5}	NH_4^+	5.6×10^{-10}
Pyridine	C_5H_5N		1.7×10^{-9}	$C_5H_5NH^+$	5.9×10^{-6}
Aniline	$C_6H_5NH_2$		3.8×10^{-10}	$C_6H_5NH_3^+$	2.6×10^{-5}
Urea	N_2H_4CO		1.5×10^{-14}	$H_2NCONH_3^+$	0.67

* The nitrogen atom with the lone pair accounts for each compound's basicity. In the case of urea, K_b can be associated with either nitrogen atom.

Menentukan pH dari K_b dan $[B]$ awal

Soal: Amonia adalah zat pembersih yang paling umum digunakan dalam rumah tangga dan termasuk basa lemah, dengan $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$. Berapakah pH dari larutan $1,5 M$ NH_3 ?

Konstanta Ionisasi Pasangan Asam-Basa Konjugat



$$K_a K_b = K_w$$

Asam Lemah dan Basa Konjugatnya

$$K_a = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

Semua anion dapat bekerja sebagai basa lemah kecuali anion yang merupakan basa konjugat dari asam kuat.

Menentukan pH suatu Larutan Garam

Soal: Natrium sianida dalam air dapat menghasilkan larutan basa. Berapakah pH dalam larutan 0,25 M NaCN?

$$K_a \text{ HCN} = 4,9 \times 10^{-10}$$

Petunjuk: Kita harus mencari pH larutan dari ion sianida, CN^- , yang bertindak sebagai basa dalam air.

Reaksi antara anion atau kation suatu garam, atau keduanya, dengan air disebut *hidrolisis garam*. Hidrolisis mempengaruhi pH larutan garam.

Kation: Semua kation akan menghasilkan asam dalam air kecuali kation dari golongan 1 dan 2.

Anion:

Beberapa bersifat asam HSO_4^-

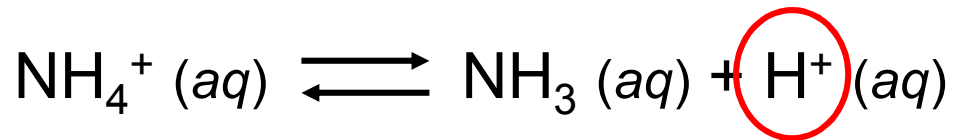
Anion yg merupakan basa konjugat dari asam kuat bersifat netral. (Cl^- , NO_3^- , ...)

Yang lainnya bersifat basa.

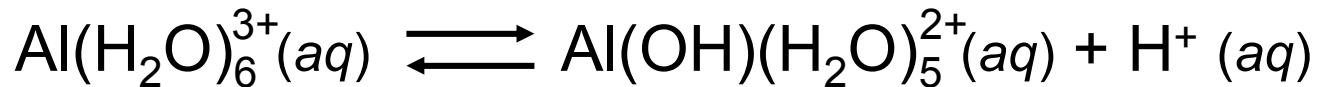
Sifat-sifat Asam-Basa dari Garam

Larutan Asam:

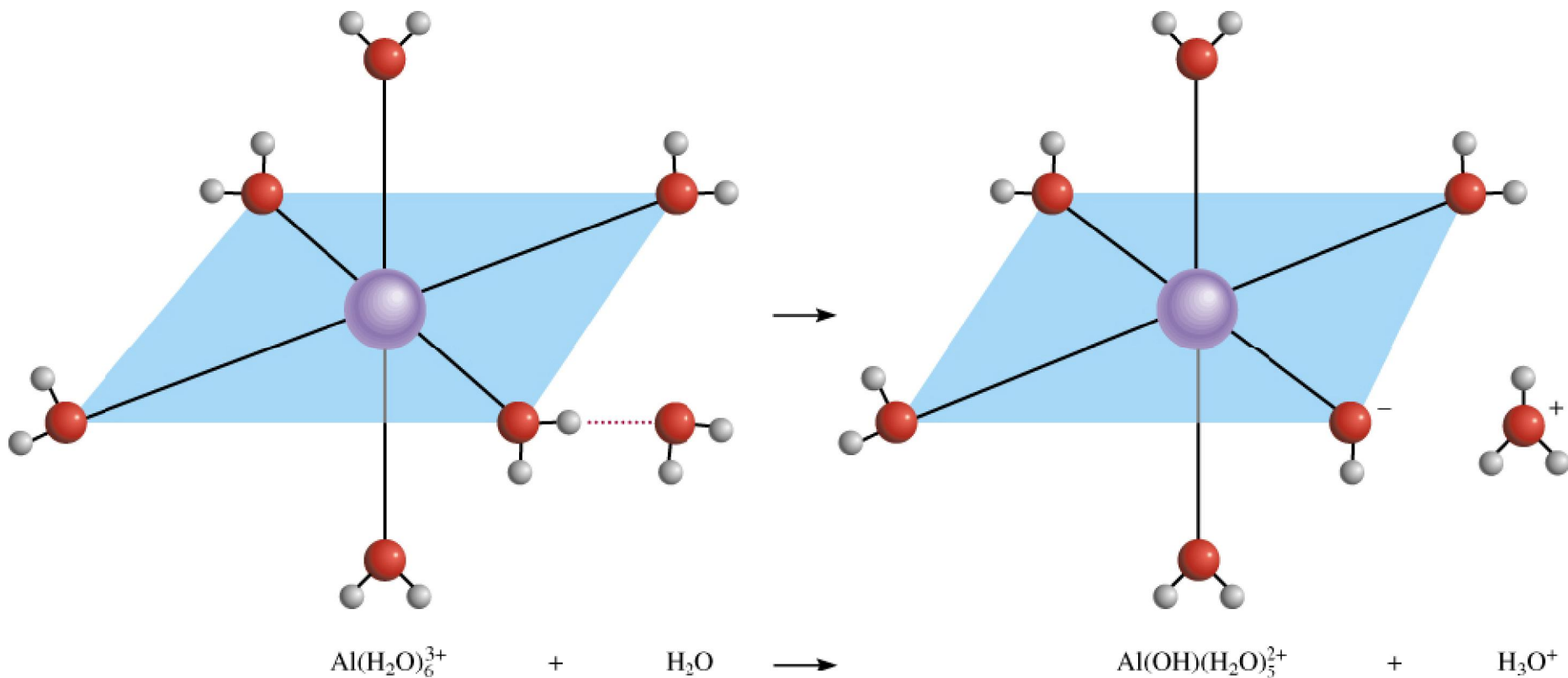
Dengan mudah kita dapat mengetahui garam seperti NH_4Cl dapat menghasilkan larutan asam.



Bagaimanakah garam seperti $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, CrCl_3 , or FeBr_3 menghasilkan larutan asam?



Hidrolisis Asam Al³⁺



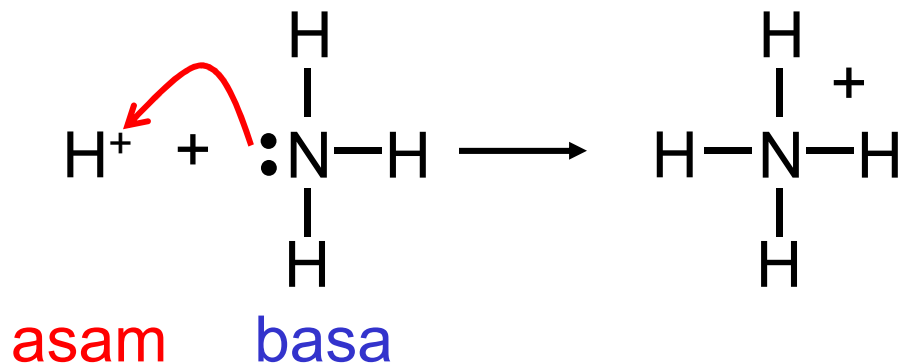
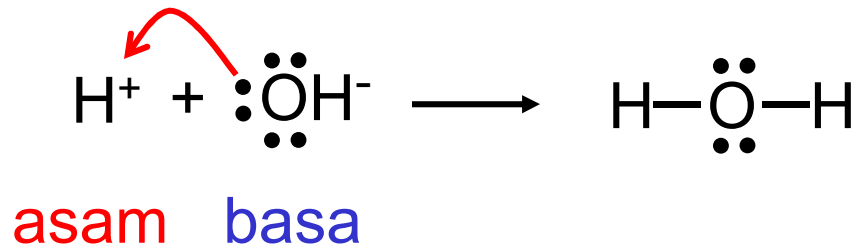
Definisi Asam

Asam Arrhenius adalah zat yang menghasilkan H^+ (H_3O^+) dalam air

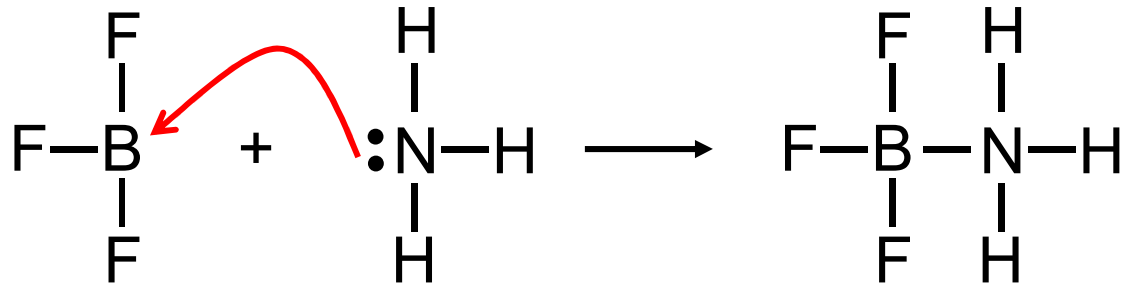
Asam Brønsted adalah donor proton

Asam Lewis adalah zat yang dapat menerima sepasang elektron

Basa Lewis adalah zat yang dapat memberikan sepasang elektron



Asam dan Basa Lewis



asam

basa

Tidak ada proton yang diterima atau diberikan!