

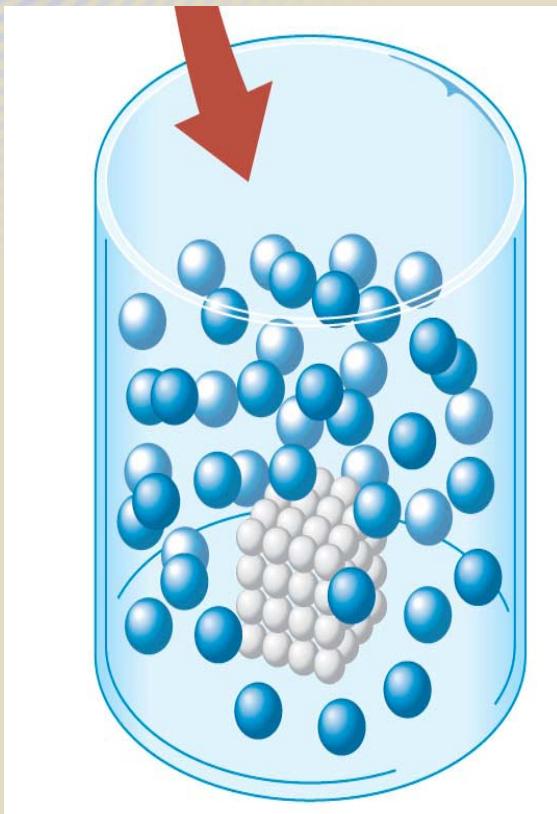


# Reaksi Antar Ion dalam Larutan Air

- **Larutan** campuran homogen dimana dua atau lebih komponen bebas bercampur
  - **Pelarut** komponen larutan yang merupakan komponen terbesar
  - **Zat Terlarut** komponen-komponen yang larut dalam pelarut

<u>Larutan</u>	<u>Zat pelarut</u>	<u>Zat terlarut</u>
Soft drink (l)	$\text{H}_2\text{O}$	Gula, $\text{CO}_2$
Udara (g)	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$ , Ar, $\text{CH}_4$
Patri (s)	Pb	Sn

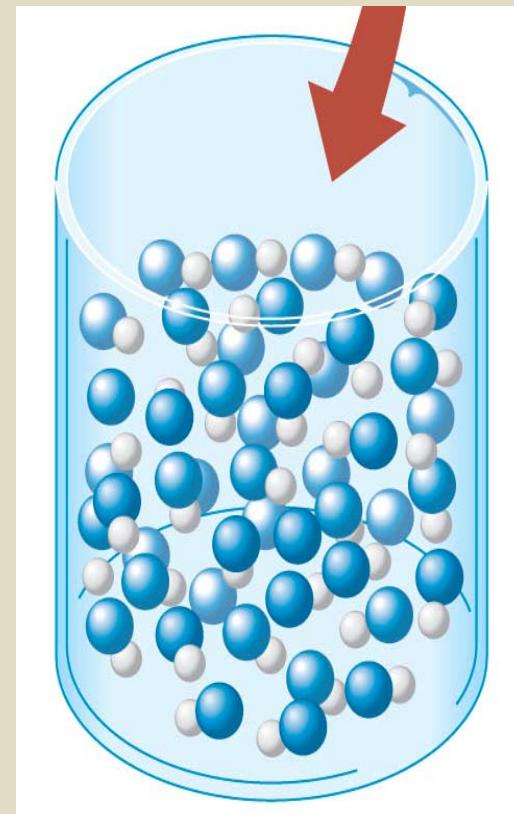




Solvent molecule



Solute molecule





- Pembentukan larutan molekul iod dalam etanol. Etanol merupakan *solven* (*pelarut*) dan iod merupakan *solut* (*zat terlarut*).
- Larutan-larutan mempunyai komposisi yang bervariasi. Karakter yang menunjukkan perbandingan solut-dengan-solven disebut **konsentrasi**.
- **Per센 konsentrasi** merupakan jumlah gram zat terlarut setiap 100 g larutan
- Jumlah relatif solut dan solven sering disebut tanpa menyebut jumlah sesungguhnya

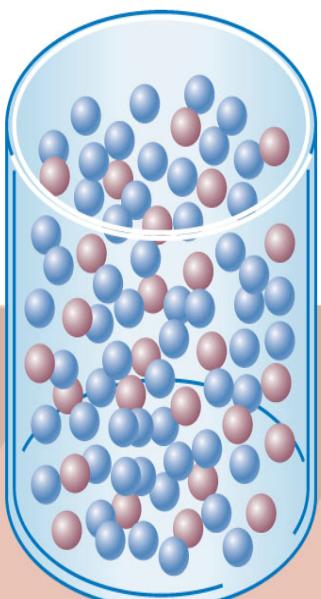
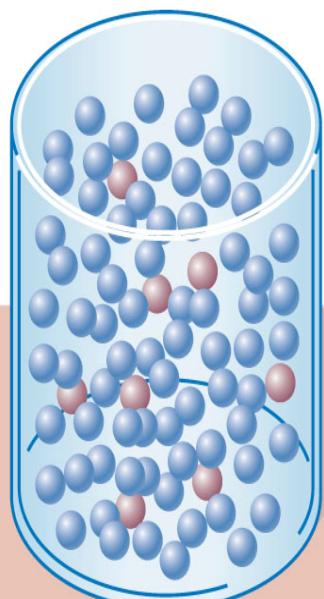


● = Solute

● = Solvent

Dilute

Concentrated



- **Larutan encer (kiri)** mengandung solut lebih sedikit per unit volume.
- **Larutan pekat (kanan)** mengandung solut lebih banyak per unit volume
- Pekat dan encer merupakan istilah realtif



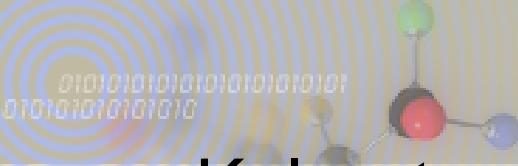
- Terdapat batas maksimal jumlah solut yang terlarut dalam solven
  - Contoh: 36,0 g NaCl dapat dilarutkan 100 g air pada 20°C
  - Larutan dikatakan **jenuh (saturated)** jika tidak ada solut lagi yang dapat dilarutkan pada kondisi sekarang
  - **Kelarutan** adalah jumlah zat terlarut dalam gram yang dapat terlarut dalam 100 gram pelarut dalam temperatur tertentu



## • Kelarutan

Zat	Rumus	kelarutan (g/100 g water)
Natrium klorida	NaCl	35.7 at 0°C 39.1 at 100°C
Natrium hidroksida	NaOH	42 at 0°C 347 at 100°C
Kalsium karbonat	CaCO <sub>3</sub>	0.0015 at 25°C

Larutan dikatakan **tidak jenuh (unsaturated)** karena dapat melarutan lebih banyak solut



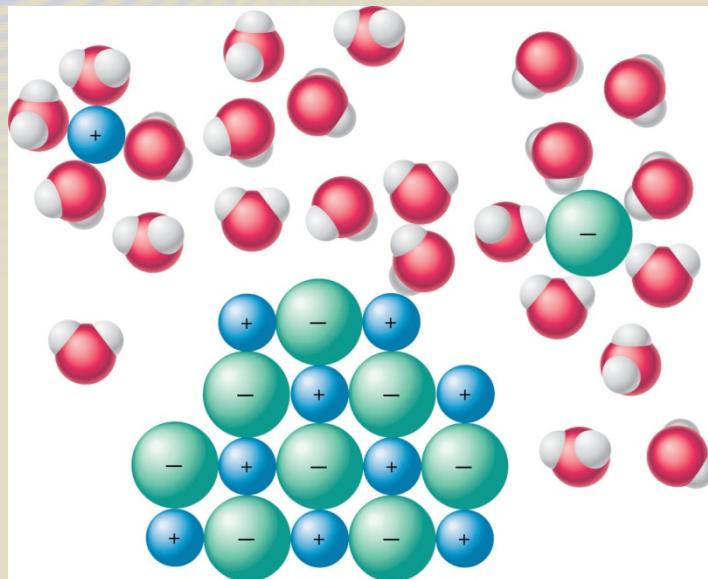
- Kelarutan meningkat dengan kenaikan temperatur
- **Larutan supersaturated** mengandung solut lebih dibanding yang dibutuhkan untuk penjenuhan pada temperatur sendiri
- Larutan superjenuh dapat dibuat dengan pendinginan larutan jenuh
- Larutan superjenuh tidak stabil dan mungkin terjadi **pengendapan**



- Pengendapan adalah materi yang terpisah dari larutan
  - Pengendapan dapat juga terjadi dari reaksi
  - Reaksi yang menghasilkan endapan disebut **reaksi pengendapan**
  - Banyak senyawa ionik berlarut di dalam air
  - Solut yang menghasilkan ion dalam larutan disebut **elektrolit** karena larutannya dapat menghantarkan arus listrik



- Senyawa ionik mengalami **disosiasi** saat larut dalam air

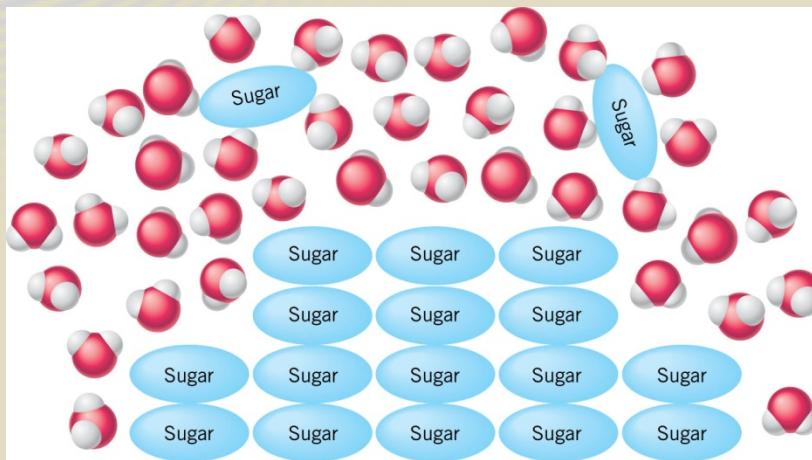


Ion terpisah dari padatan dan menjadi **terhidrasi** atau dikelilingi molekul air.

Ion-ion bergerak bebas didalam larutan dan dapat mengantarkan listrik.

Senyawa ionik yang larut sempurna merupakan **elektrolit kuat**

- Kebanyakan senyawa molekul tidak menghantarkan listrik dan disebut **nonelektrolit**



Molekul nonelektrolit terpisah tetapi masih utuh  
Larutan tidak menghantar listrik karena tidak ada ion terbentuk

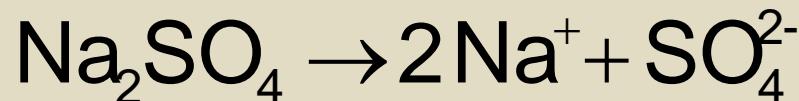
Beberapa senyawa ionik mempunyai kelarutan rendah di dalam air tetapi merupakan elektrolit kuat karena mengalami disosiasi 100%.



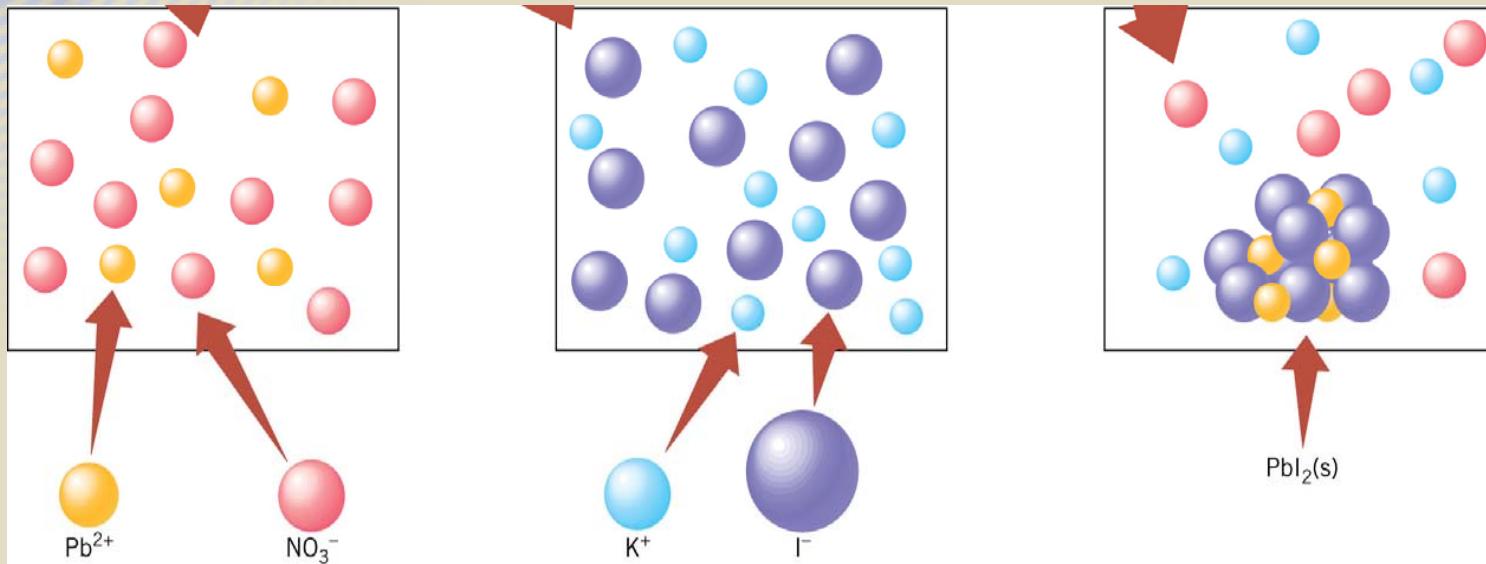
- Disosiasi senyawa ionik dapat digambarkan sebagai persamaan kimia



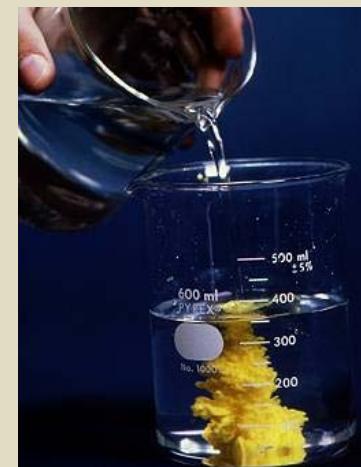
- Ion terhidrasi, dengan simbol (aq), ditulis terpisah
  - Keadaan fisik biasanya dihilangkan dalam persamaan sehingga:



- Senyawa ionik sering bereaksi jika larutan dalam airnya digabung

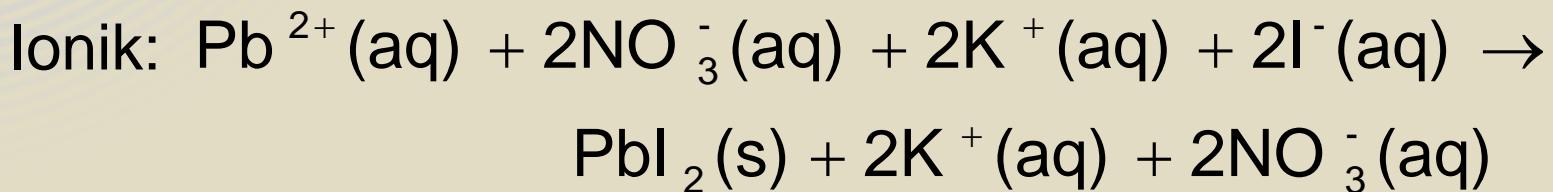


Jika larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   
dicampur dengan larutan KI  
terbentuk endapan kuning  
 $\text{PbI}_2$





- Reaksi tersebut dapat ditampilkan dengan **molekuler**, **ionik**, atau **persamaan ionik netto**:



- Bentuk paling sederhana adalah persamaan ion netto yang menghilangkan semua **spectator ions** (ion yang tidak bereaksi) dalam persamaan



# Cara Penulisan Persamaan Ionik

1. Tulis persamaan molekul untuk reaksi yg sudah disetarakan.
2. Tulis ulang persamaan untuk menunjukkan ion-ion yang terdisosiasi yang terbentuk dalam larutan.
3. Identifikasi dan abaikan ion-ion pendamping pada kedua ruas persamaan reaksi untuk memperoleh persamaan ionik total.



Tuliskan persamaan ionik total untuk reaksi perak nitrat dengan sodium klorida.





- Kriteria untuk senyawa setimbang dalam persamaan ionik dan ionik netto adalah:
  - 1) Kesetimbangan Material – jumlah setiap atom sama pada setiap sisi panah
  - 2) Kesetimbangan Electrikal – muatan total sisi kiri anak panah harus sama dengan muatan total sisi kanan anak panah

Inggaaaaaaaat..muatan dalam ion harus dituliskan jika tidak berada dalam bentuk senyawa.  
Penjumlahan muatan setiap sisi merupakan muatan total sisi reaksi.



- Dalam reaksi  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan  $\text{KI}$  kation dan anion bertukar pasangan
- Ini merupakan contoh **reaksi metatesis** atau **reaksi pertukaran ganda**
- **Aturan kelarutan** memungkinkan prediksi kapan presipitasi dapat terjadi
- Banyak senyawa ion yang mengikuti aturan kelarutan



- Aturan kelarutan senyawa ionik dalam air:
    - Senyawa larut
1. Semua senyawa dari logam alkali (IA) larut
  2. Semua garam yang mengandung  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ , dan  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$  larut
  3. Semua garam yang mengandung  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ , atau  $\text{I}^-$  larut kecuali jika bergabung dengan  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , dan  $\text{Hg}_2^{2+}$
  4. Semua sulfat larut kecuali kombinasi dengan  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ , dan  $\text{Ba}^{2+}$



- Senyawa Tidak larut
  - 1. Semua hidroksida dan oksida tidak larut kecuali bergabung dengan Gol IA dan  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ , dan  $\text{Ba}^{2+}$ . Jika logam oksida logam larut, mereka bereaksi dg air membentuk hidroksida. Ion oksida ( $\text{O}^{2-}$ ) tidak eksis di air
  - 2. Semua garam yang mengandung  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ , dan  $\text{S}^{2-}$  tidak larut kecuali kombinasi dengan Gol IA dan  $\text{NH}_4^+$
  - Pengetahuan terhadap aturan ini memungkinkan prediksi terhadap banyak reaksi pengendapan

**TABLE 4.2****Solubility Rules for Common Ionic Compounds in Water at 25°C****Soluble Compounds****Exceptions**

Compounds containing alkali metal ions ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ) and the ammonium ion ( $\text{NH}_4^+$ )

Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), and chlorates ( $\text{ClO}_3^-$ )

Halides ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ )

Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Halides of  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ , and  $\text{Pb}^{2+}$

Sulfates of  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ , and  $\text{Pb}^{2+}$

**Insoluble Compounds****Exceptions**

Carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), chromates ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), sulfides ( $\text{S}^{2-}$ )

Compounds containing alkali metal ions and the ammonium ion

Hydroxides ( $\text{OH}^-$ )

Compounds containing alkali metal ions and the  $\text{Ba}^{2+}$  ion

# Asam dan basa

- Asam dan basa berpengaruh terhadap warna suatu senyawa pewarna
  - Senyawa-senyawa tsb disebut **indikator asam basa** karena mengindikasikan adanya asam atau basa dengan warnanya
  - Teori asam basa pertama (1884, Savante Arrhenius)



- Asam membentuk ion hidrogen dan basa membentuk ions hidroksida di dalam larutan
- Reaksi antara asam dan basa disebut netralisasi
$$\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$$
- Secara umum reaksi asam dan basa membentuk air dan garam (**salt**)



- Secara umum, asam adalah senyawa molekuler yang bereaksi dengan air membentuk ion hidronium
- Proses ini disebut **ionisasi**:





- Ion hidrogen ( $H^+$ ) lebih biasa disebut dibanding ion hidronium
- Reaksi ionisasi menjadi:



- **Asam Monoprotik** mampu menghasilkan satu ion hidrogen per molekul
- Asam yang mampu menghasilkan lebih dari satu ion hidrogen per molekul disebut asam **polyprotik**



Monoprotik :  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

Diprotik :  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$

$$\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$$

Triprotik :  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$

$$\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$$
$$\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$$

- Beberapa oksida nonmetal bereaksi dengan air menghasilkan asam
- Mereka disebut **anhidrida asam**

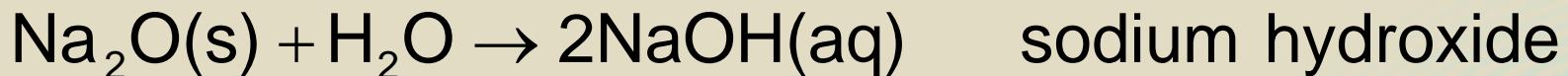
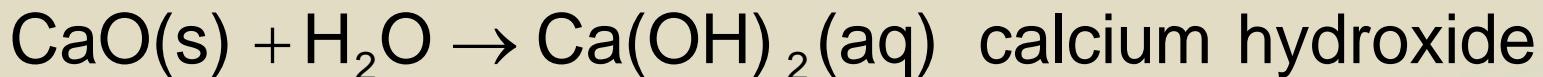


- Logam oksida larut merupakan basa anhidrida

Nonmetal Oxides :



Metal Oxides :





- Gas Ammonia terionisasi dalam air membentuk ion hidroksida
- Merupakan contoh **basa molekuler**
- Senyawa-senyawa yang mengandung N dapat berfungsi sebagai basa



Secara umum, basa B :





- Asam yang mengandung hidrogen, oksigen, dan unsur lain disebut **oxoacid**
- Penamaan berdasarkan jumlah oksigen dalam molekul dan tidak menggunakan awalan hidro-
- Jika terdapat lebih dari satu oxoacid, asam dengan jumlah O lebih banyak menggunakan akhiran *-at* sedangkan yang mempunyai O lebih sedikit menggunakan akhiran *-id*

$\text{H}_2\text{SO}_4$  asam sulfat     $\text{HNO}_3$  asam nitrat

$\text{H}_2\text{SO}_3$  asam sulfit     $\text{HNO}_2$  asam nitrit



- Halogen dapat menghasilkan sampai 4 oxoacid berbeda
- Oxoacid dengan oksigen terbanyak menggunakan awaln *per-* sedangkan yang mengandung O paling sedikit menggunakan awalan *hypo-*

$\text{HClO}$  asam hipoklorit     $\text{HClO}_3$  asam klorat

$\text{HClO}_2$  asam klorit               $\text{HClO}_4$  asam perklorat



- Anion dihasilkan jika dinetralkan
- Terdapat hubungan sederhana antara nama ion poliatom dengan asam asal
  - 1) Asam –at menghasilkan ion –at
  - 2) Asam -it menghasilkan ion –it
- Awalan *per-* dan *hipo-* ikut dalam penamaan ion



- Asam Poliprotic dapat dinetralkan
- Suatu garam asam mengandung anion yang mampu untuk melepaskan ion hidrogen
- Jumlah hidrogen yang masih dapat dinetralkan juga ditunjukkan

$\text{NaHSO}_4$  sodium hidrogen sulfat

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$  sodium hidrogen fosfat

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  sodium dihidrogen fosfat



- Penamaan basa jauh lebih sederhana
- Senyawa ionik yang mengandung ion logam dinamakan sebgaimana senyawa ionik pada umumnya
- Basa Molekuler diberi nama sesuai senyawa molekul
- Asam dan basa dapat digolongkan menjadi asam dan basa kuat atau lemah yang berarti juga elektrolit kuat atau lemah
- Asam kuat merupakan elektrolit kuat



- Beberapa asam kuat:

## HClO<sub>4</sub>(*aq*) perchloric acid

$\text{HCl}(aq)$  hydrochloric acid

## HBr(*aq*) hydrobromic acid

$\text{HI}(aq)$  hydroiodic acid

$\text{HNO}_3(aq)$  nitric acid

## $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ sulfuric acid

- Basa kuat merupakan hidroksida logam yang larut dalam air



- ## • Meliputi:

# Group IA

## **LiOH** lithium hydroxide

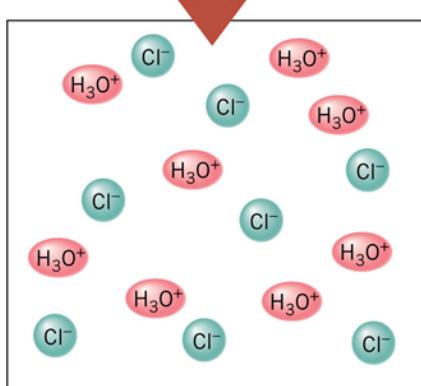
# NaOH sodium hydroxide

KOH potassium hydroxide Ca(OH)<sub>2</sub>, calcium hydroxide

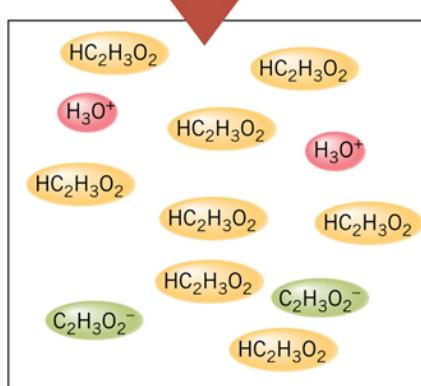
RbOH rubidium hydroxide Sr(OH)<sub>2</sub> strontium hydroxide

$\text{CsOH}$  cesium hydroxide       $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , barium hydroxide

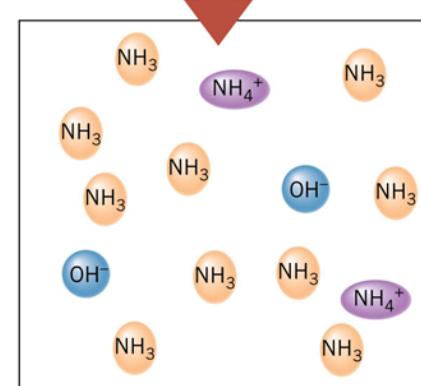
- Kebanyakan asam tidak terionisasi sempurna dalam air
  - Diklasifikasikan sebagai elektrolit lemah



All the HCl is ionized in the solution, so there are many ions present.



Only a small fraction of the acetic acid is ionized, so there are few ions to conduct electricity. Most of the acetic acid is present as neutral molecules of  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ .



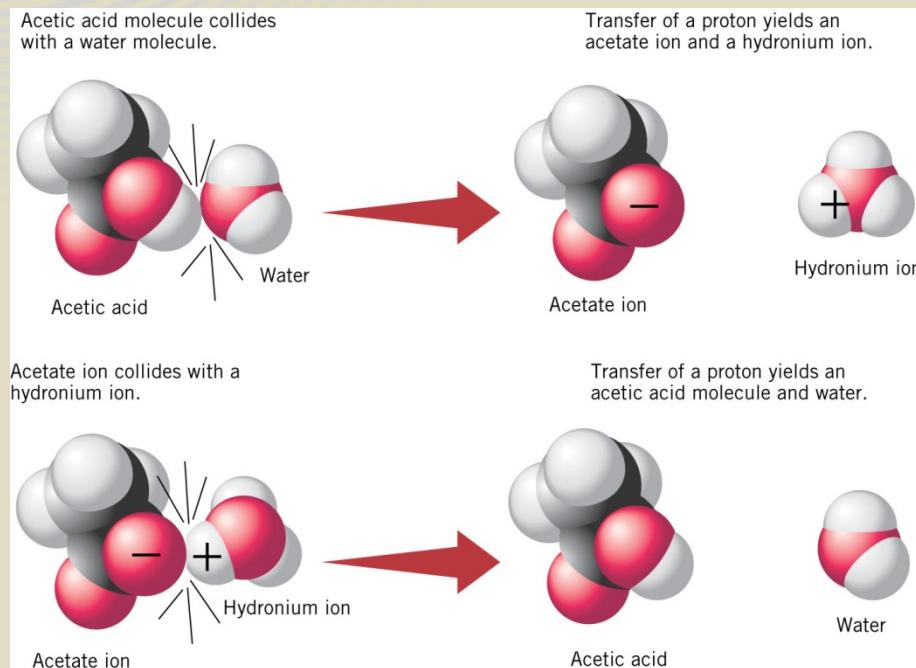
Only a small fraction of the ammonia is ionized, so few ions are present to conduct electricity. Most of the ammonia is present as neutral molecules of  $\text{NH}_3$ .

## Kuat nyala lampu dalam eksperimen berbeda-beda

Asam dan basa lemah merupakan elektrolit lemah karena kurang dari 100% molekul terionkan



- Asam dan basa lemah berada sebagai keseimbangan dinamik dalam larutan
- Asam asetat:

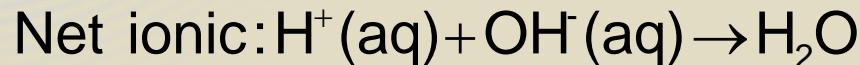


**Reaksi forward;  
ionisasi**  
**Reaksi reverse:  
rekombinasi ion**

**Kesimbangan dinamik /kimia laju reaksi forward sama dengan reaksi reverse.**



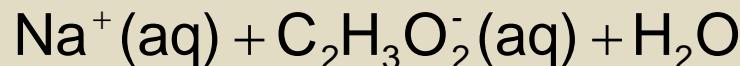
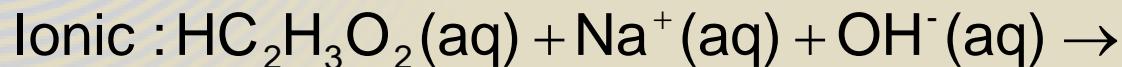
- Netralisasi asam kuat dengan basa kuat menghasilkan garam dan air:



- Persaman ion netto ini hanya untuk asam kuat dan basa kuat
- Netralisasi asam lemah dengan basa kuat melibatkan elektrolit lemah dan kuat



- Netralisasi asam acetat dengan NaOH:



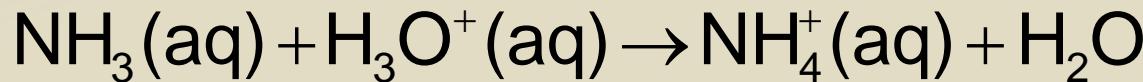
- Dalam persamaan ionik, rumus elektrolit lemah berada dalam bentuk molekuler



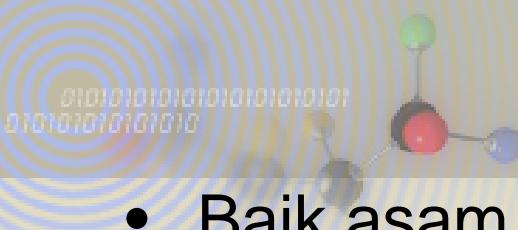
- Hal yang sama pada reaksi asam kuat dengan basa lemah
- Reaksi amonia dengan HCl:



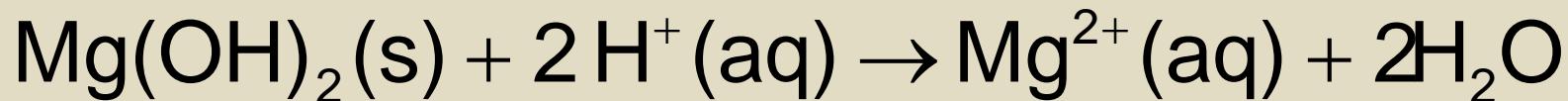
atau



- Air hanya terbentuk diproduk jika digunakan ion hidronium



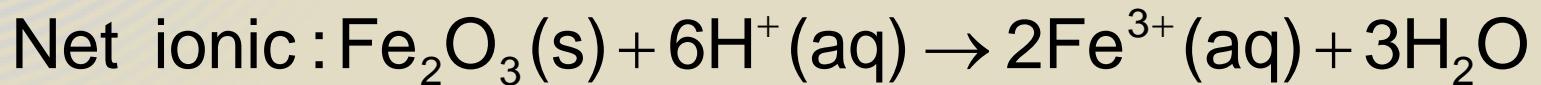
- Baik asam lemah maupun kuat bereaksi dengan hidroksida dan oksida tidak larut
- “driving force” reaksi adalah pembentukan air
- Magnesium hidroksida mempunyai kelarutan rendah dalam air, tetapi bereaksi dengan asam
- Reaksi:



- Magnesium hidroksida ditulis solid karena tidak larut



- Beberapa oksida logam juga larut dalam asam
- Besi(III) oksidaberekasi dengan HCl:



- Beberapa reaksi dengan asam dan basa menghasilkan gas
- Reaksi berlangsung sampai selesai karena gas yang terbentuk tidak mungkin bereaksi balik



$\text{H}_2\text{S}$  Sulfides

$\text{HCN}$  Cyanides

$\text{CO}_2$  Carbonates

Hydrogen Carbonates

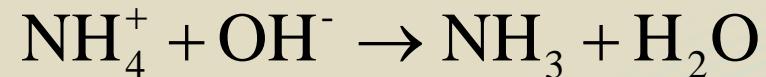
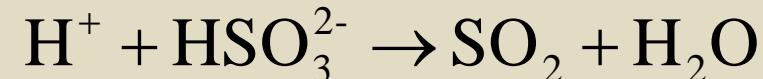
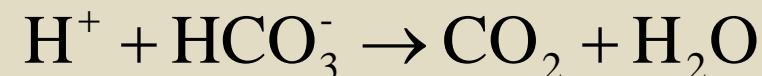
$\text{SO}_2$  Sulfites

Hydrogen Sulfites

$\text{NH}_3$  Ammonium Salts

( $\text{CO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dihasilkan dari dekomosisi  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_3$ )

Persamaan ion netto





- Larutan dikarakterisaikan dengan konsentrasi
- **Konsentrasi molar** atau **molaritas (M)** didefinisikan sebagai:

$$\text{molaritas (M)} = \frac{\text{mol solut}}{\text{liter larutan}}$$

- Molaritas larutan menunjukkan hubungan equivalen antara mol solut dengan volume larutan



- Larutan memberikan cara mudah untuk menggabungan berbagai reaktan dalam banyak reaksi kimia
    - Contoh: Berapa gram  $\text{AgNO}_3$  diperlukan untuk membuat 250 mL larutan  $0,0125 \text{ M AgNO}_3$  ?

**Jawaban:**

$$0,250 \text{ L AgNO}_3 \text{ sol} \times \frac{0,0125 \text{ mol AgNO}_3}{1,00 \text{ L AgNO}_3 \text{ sol}} \times \frac{169,9 \text{ g AgNO}_3}{\text{mol AgNO}_3}$$

$$= 0,531 \text{ g AgNO}_3$$

**Pengenceran larutan** adalah prosedur untuk penyiapan larutan yang kurang pekat dari larutan yang lebih pekat.

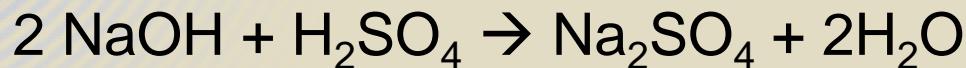


$$\text{Mol zat terlarut Sebelum pengenceran (i)} = \text{Mol zat terlarut Setelah pengenceran (f)}$$

$$M_i V_i = M_f V_f$$



- Contoh: Berapa mL larutan 0,124 M NaOH dibutuhkan untuk bereaksi secara tepat dengan 15,4 mL larutan 0,108 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?



**ANALYSIS:** gunakan rasio mol-mol untuk melakukan konversi

Jawaban:

$$\begin{aligned}
 & 0,0154 \text{ L H}_2\text{SO}_4 \text{ sol} \times \frac{0,108 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1,00 \text{ L H}_2\text{SO}_4 \text{ sol}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \\
 & \quad \times \frac{1,00 \text{ L NaOH sol}}{0,124 \text{ mol NaOH}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 26,8 \text{ mL NaOH sol}
 \end{aligned}$$

- Pereaksi pembatas

- Contoh: Berapa mol  $\text{BaSO}_4$  akan terbentuk jika 20,0 mL larutan 0,600 M  $\text{BaCl}_2$  dicampur dengan 30,0 mL larutan 0,500 M  $\text{MgSO}_4$ ?



**ANALYSIS:** Ada perekasi pembatas.

## Jawaban:

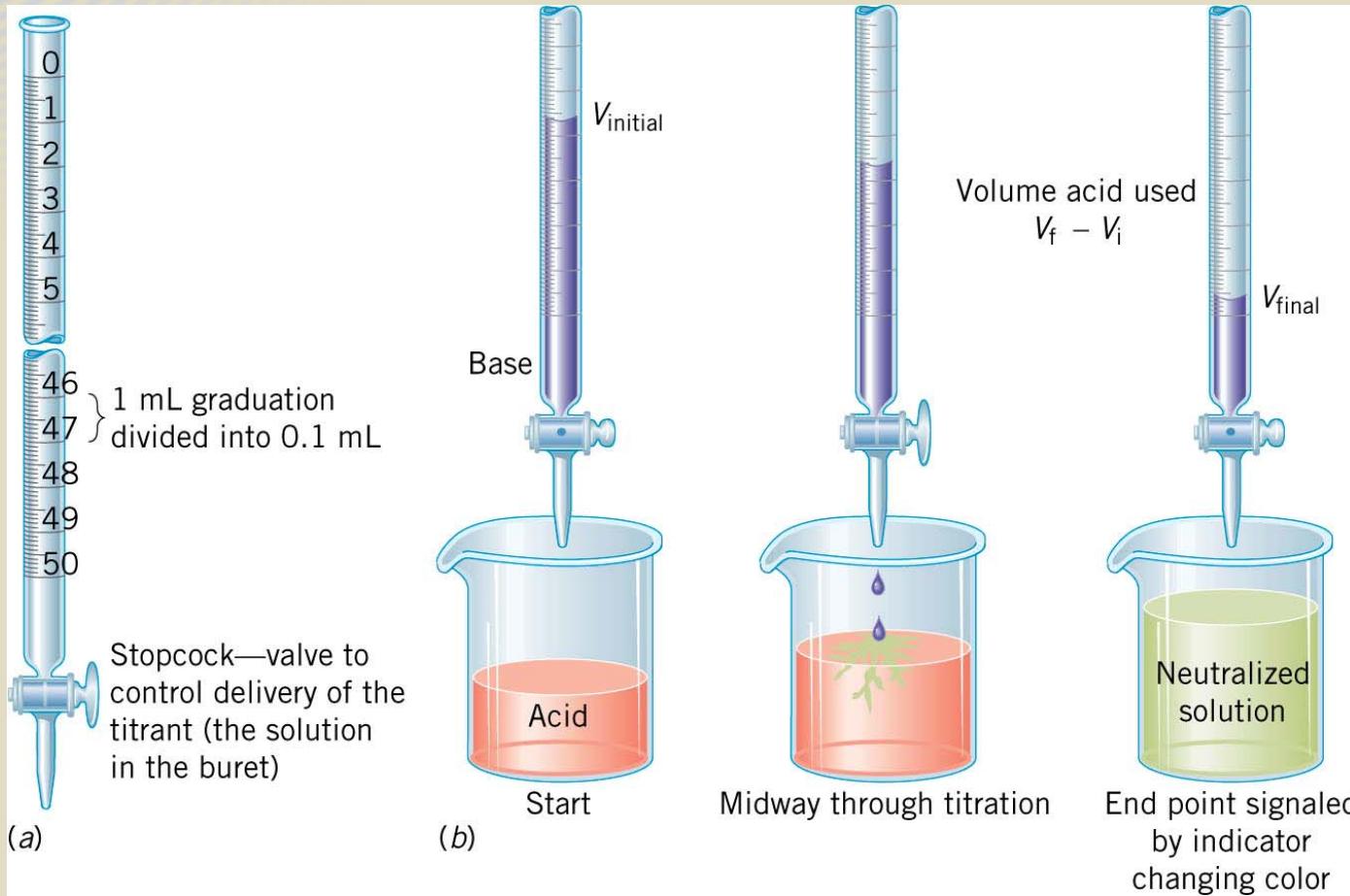
$$0,0200 \text{ L BaCl}_2 \text{ sol} \times \frac{0,600 \text{ mol BaCl}_2}{1,00 \text{ L BaCl}_2 \text{ sol}} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} = 0,0120 \text{ mol BaSO}_4$$

$$0,0300 \text{ L MgSO}_4 \text{ sol} \times \frac{0,500 \text{ mol MgSO}_4}{1,00 \text{ L MgSO}_4 \text{ sol}} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 0,0150 \text{ mol BaSO}_4$$

∴ 0,0120 mol BaSO<sub>4</sub> terbentuk



- **Titrasi** merupakan teknik yang digunakan untuk pengukuran kuantitatif jumlah larutan
- Titik akhir (*end-point*) ditentukan secara visual





Berapakah volume dari 1,420 M larutan NaOH dibutuhkan untuk mentitrasi 25,00 mL 4.50 M larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?



TULISKAN PERSAMAAN KIMIANYA!



volume asam  $\xrightarrow[\text{asam}]{M}$  mol asam  $\xrightarrow[\text{koef.}]{\text{reaksi}}$  mol basa  $\xrightarrow[\text{basa}]{M}$  volume basa

$$25,00 \text{ mL} \times \frac{4,50 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1,000 \text{ mL larutan}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1.000 \text{ ml larutan}}{1,420 \text{ mol NaOH}} = 158 \text{ mL}$$

- Jalur kerja stoikiometri:

