

# Reaksi dan Stoikiometri Larutan

#### A. PERSAMAAN REAKSI ION

- Persamaan reaksi ion adalah persamaan reaksi yang menjelaskan bagaimana reaksi antar-ion terjadi pada larutan elektrolit.
- Nersamaan reaksi ion terdiri dari:
  - Persamaan reaksi ion lengkap, menjelaskan ionisasi larutan elektrolit.
  - Persamaan reaksi ion bersih, reaksi ion lengkap yang tidak mengandung ion penonton atau ion yang tidak berubah.

Contoh:

Reaksi molekul

$$Cl_2O_{(g)} + Ca(OH)_2_{(aq)} \rightarrow Ca(ClO)_2_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Cl_2O_{(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$ 

Reaksi ion bersih

$$Cl_2O_{(q)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2ClO^{-}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

#### **B. REAKSI LARUTAN**

- Reaksi larutan terjadi karena adanya molekulmolekul larutan yang terion.
- Neaksi-reaksi larutan asam-basa:
  - 1) Reaksi asam-basa (netralisasi)

#### Bentuk umum:

$$H^+An^- + Kat^+OH^- \rightarrow Kat^+An^- + H^+OH^-$$

Asam dan basa saling meniadakan sifat dan membentuk garam dan air yang bersifat netral.

Contoh:

Reaksi asam sulfat dengan kalium hidroksida membentuk kalium sulfat dan air.

Reaksi molekul

$$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

Reaksi ion lengkap

$$2H^{+}_{(aq)} + SO_{4}^{2-}_{(aq)} + 2K^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow 2K^{+}_{(aq)} + SO_{4}^{2-}_{(aq)} + 2H_{2}O_{(l)}$ 

Reaksi ion bersih

$$2H^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2H_{2}O_{(l)}$$

2) Reaksi oksida basa-asam

Bentuk umum:

$$Kat^{+}O^{2-} + H^{+}An^{-} \rightarrow Kat^{+}An^{-} + H^{+}O^{2-}$$

Contoh oksida basa (logam) dan kation yang dibentuknya:

O. Basa	+	Air	$\rightarrow$	Basa	Kation
K <sub>2</sub> O	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	КОН	K <sup>+</sup>
Li <sub>2</sub> O	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	LiOH	Li+
Na <sub>2</sub> O	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	NaOH	Na⁺
MgO	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	Mg(OH) <sub>2</sub>	Mg <sup>2+</sup>
CaO	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>
BaO	+	H₂O	$\rightarrow$	Ba(OH) <sub>2</sub>	Ba <sup>2+</sup>

#### Contoh:

Reaksi alumunium oksida padat dengan asam perklorat menjadi alumunium perklorat dan air.

Reaksi molekul

$$Al_2O_{3(s)} + 6HClO_{4(aq)} \rightarrow 2Al(ClO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Al_2O_{3(s)} + 6H^+_{(aq)} + \frac{6ClO_4^-_{(aq)}}{}$$
  
 $\Rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + \frac{6ClO_4^-_{(aq)}}{} + 3H_2O_{(l)}$ 

Reaksi ion bersih

$$Al_2O_{3(s)} + 6H^+_{(aq)} \rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

3) Reaksi oksida asam-basa

Bentuk umum:

#### Oksida Asam + Basa → Garam + Air

$$(An^{-})O^{2-} + Kat^{+}OH^{-} \rightarrow Kat^{+}An^{-} + H^{+}OH^{-}$$

Contoh oksida asam (non-logam) dan anion yang dibentuknya:

O. Asam	+	Air	$\rightarrow$	Asam	Anion
Asam monovalen (nitrogen dan halogen)					
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> -
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> -
Cl <sub>2</sub> O	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HClO	ClO-
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> -
Br <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HBrO <sub>2</sub>	BrO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	HIO <sub>3</sub>	IO <sub>3</sub> -
Asam divalen					
CO <sub>2</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
SO <sub>2</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
SO <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Asam trivalen					
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> 3-
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>



Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H <sub>3</sub> SbO <sub>3</sub>	SbO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightarrow$	H₃SbO₄	SbO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>

#### Contoh:

Reaksi gas dinitrogen pentaoksida dengan kalsium hidroksida membentuk kalsium nitrat dan air.

Reaksi molekul

 $N_2O_{5(g)} + Ca(OH)_{2 (aq)} \rightarrow Ca(NO_3)_{2 (aq)} + H_2O_{(l)}$ 

Reaksi ion lengkap

$$N_2O_{5(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ 

Reaksi ion bersih

$$N_2O_{5(q)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2NO_3^{-}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

4) Reaksi oksida asam-oksida basa

#### Bentuk umum:

$$Kat^+O^{2-} + (An^-)O^{2-} \rightarrow Kat^+An^-$$

#### Contoh:

Reaksi difosfor trioksida padat dengan stronsium oksida padat menghasilkan stronsium fosfit.

Reaksi molekul

$$P_2O_{3(s)} + 3SrO_{(s)} \rightarrow Sr_3(PO_3)_{2(s)}$$

Reaksi ion lengkap

$$P_2O_{3(s)} + 3SrO_{(s)} \rightarrow Sr_3(PO_3)_{2(s)}$$
 (tetap)

Reaksi ion bersih

$$P_2O_{3(s)} + 3SrO_{(s)} \rightarrow Sr_3(PO_3)_{2(s)}$$
 (tetap)

5) Reaksi amonia dengan asam

#### Bentuk umum:

# Amonia + Asam → Garam Amonium

$$NH_3 + H^+An^- \rightarrow NH_4^+An^-$$

Contoh:

Reaksi amonia dengan asam sulfat menghasilkan amonium sulfat.

Reaksi molekul

$$2NH_{3 (g)} + H_2SO_{4 (aq)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4 (aq)}$$

Reaksi ion lengkap

$$2NH_{3(q)} + 2H^{+}_{(aq)} + SO_{4}^{2-}_{(aq)}$$

$$\rightarrow 2NH_4^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$$

Reaksi ion bersih

$$2NH_{3 (g)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow 2NH_{4}^{+}_{(aq)}$$

Reaksi-reaksi larutan asam-basa yang menghasilkan gas-gas: 6) Reaksi garam amonium dengan basa menghasilkan NH<sub>3</sub>

#### Bentuk umum:

# Garam Amonium + Basa → Garam Lain + Air + NH<sub>3</sub>

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

#### Contoh:

Reaksi amonium klorida dengan litium hidroksida menghasilkan larutan litium klorida, air dan amonia.

Reaksi molekul

$$NH_4Cl_{(aq)} + LiOH_{(aq)} \rightarrow LiCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + NH_{3(g)}$$
  
Reaksi ion lengkap

$$NH_4^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow Li^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} + NH_{3(q)}$ 

Reaksi ion bersih

$$NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_{3(q)}$$

7) Reaksi garam karbonat dengan asam menghasilkan CO<sub>2</sub>

#### Bentuk umum:

# Garam Karbonat + Asam → Garam Lain + Air + CO<sub>2</sub>

Kat<sup>+</sup>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sup>+</sup>An<sup>-</sup>→Kat<sup>+</sup>An<sup>-</sup>+H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>

$$H_2CO_3 \to H_2O+CO_2$$
(tidak stabil)

#### Contoh:

Reaksi batu pualam (kapur) dengan asam iodida menghasilkan kalsium iodida, air dan karbondioksida.

Reaksi molekul

$$CaCO_{3 (s)} + 2HI_{(aq)} \rightarrow CaI_{2 (aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

Reaksi ion lengkap

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_{3 \, (s)} \, + \, 2\text{H}^+_{(aq)} \, + \, \underline{2}\text{H}^-_{(aq)} \\ & \rightarrow \, \text{Ca}^{2^+_{(aq)}} \, + \, \underline{2}\text{H}^-_{(aq)} \, + \, \text{H}_2\text{O}_{(l)} \, + \, \text{CO}_{2(g)} \end{aligned}$$

Reaksi ion bersih

$$CaCO_{3 (s)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + H_{2}O_{(l)} + CO_{2(q)}$$

8) Reaksi garam sulfit dengan asam menghasilkan SO<sub>2</sub>

#### Bentuk umum:

$$Kat^+SO_3^{2-}+H^+An^-\rightarrow Kat^+An^-+H_2O+SO_2$$
 $H_2SO_3\rightarrow H_2O+SO_2$ 
(tidak stabil)

Contoh:

Reaksi natrium sulfit dengan asam periodat menghasilkan natrium periodat, air dan belerang dioksida.

Reaksi molekul

$$Na_2SO_{3(aq)} + 2HIO_{4(aq)}$$

$$\rightarrow$$
 2NalO<sub>4(aq)</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub> + SO<sub>2(g)</sub>

Reaksi ion lengkap

$$\begin{array}{l} 2Na^{+}{}_{(aq)} + SO_{4}{}^{2}{}_{(aq)} + 2H^{+}{}_{(aq)} + 2IO_{4}{}^{-}{}_{(aq)} \\ \\ \rightarrow 2Na^{+}{}_{(aq)} + 2IO_{4}{}^{-}{}_{(aq)} + H_{2}O_{(l)} + SO_{2(g)} \end{array}$$

Reaksi ion bersih

$$SO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2O_{(l)} + SO_{2(q)}$$

9) Reaksi garam sulfida dengan asam menghasilkan H<sub>2</sub>S

#### Bentuk umum:

$$Kat^{+}S^{2-} + H^{+}An^{-} \rightarrow Kat^{+}An^{-} + H^{+}S^{2-}$$

#### Contoh:

Reaksi besi (III) sulfida dengan asam nitrat membentuk besi (III) nitrat dan gas hidrogen sulfida.

Reaksi molekul

$$Fe_2S_{3(s)} + 6HNO_{3(aq)} \rightarrow 2Fe(NO_3)_{3(aq)} + 3H_2S_{(g)}$$
  
Reaksi ion lengkap

Fe<sub>2</sub>S<sub>3(s)</sub> + 6H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + 6NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(aq)</sub>  

$$\rightarrow$$
 2Fe<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> + 6NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(aq)</sub> + H<sub>2</sub>S<sub>(q)</sub>

Reaksi ion bersih

$$Fe_2S_{3(s)} + 6H^+_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + H_2S_{(q)}$$

10) Reaksi logam dengan akuaregia menghasilkan NO

#### Bentuk umum:

Reaksi ini tergolong reaksi redoks karena terjadi perubahan biloks.

Logam apapun akan membentuk kation dengan biloks tertingginya.

Akuaregia adalah larutan yang merupakan campuran antara HCl pekat dan  $HNO_3$  pekat dengan perbandingan 3:1.

#### Contoh:

Reaksi besi dengan akuaregia membentuk larutan besi (III) klorida, air dan gas nitrogen oksida.

Reaksi molekul

$$\begin{aligned} \text{Fe}_{(s)} + 3\text{HCl}_{(aq)} + \text{HNO}_{3(aq)} \\ &\rightarrow \text{FeCl}_{3(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{NO}_{(q)} \end{aligned}$$

Reaksi ion lengkap

$$\begin{split} Fe_{(s)} + 3H^{+}_{(aq)} + \frac{3Cl^{-}_{(aq)}}{4} + H^{+}_{(aq)} + NO_{3}^{-}_{(aq)} \\ & \rightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + \frac{3Cl^{-}_{(aq)}}{4} + 2H_{2}O_{(l)} + NO_{(g)} \end{split}$$

Reaksi ion bersih

$$\begin{split} Fe_{(s)} \, + \, 4H^+{}_{(aq)} + \, NO_3{}^-{}_{(aq)} \\ & \to Fe^{3+}{}_{(aq)} \, + \, 2H_2O_{(l)} \, + \, NO_{(g)} \end{split}$$

11) Reaksi logam dengan asam oksidator menghasilkan NO atau NO<sub>2</sub> atau SO<sub>2</sub>

#### Bentuk umum:

Reaksi ini tergolong reaksi redoks karena terjadi perubahan biloks.

Logam selain Pt dan Au akan membentuk kation dengan biloks tertingginya.

Asam oksidator berupa  $HNO_3$  encer,  $HNO_3$  pekat atau  $H_2SO_4$  pekat yang akan membentuk gas:

Asam oksidator	Gas
HNO₃ encer	NO
HNO₃ pekat	NO <sub>2</sub>
H₂SO₄ pekat	SO <sub>2</sub>

#### Contoh:

Reaksi tembaga dengan asam nitrat encer menghasilkan tembaga (II) nitrat, air dan gas nitrogen monoksida.

Reaksi molekul

$$3Cu_{(s)} + 8HNO_{3(aq)}$$

$$\rightarrow$$
 3Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2(aq)</sub> + 4H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub> + 2NO<sub>(q)</sub>

Reaksi ion lengkap

$$3Cu_{(s)} + 8H^{+}_{(aq)} + 8NO_{3}^{-}_{(aq)}$$

$$\rightarrow 3Cu^{2+}_{(aq)} + 6NO_{3-}^{-}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)} + 2NO_{(q)}$$

Reaksi ion bersih

$$3Cu_{(s)} + 8H^{+}_{(aq)} + 2NO_{3}^{-}_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow 3Cu^{2+}_{(aq)} + 4H_{2}O_{(l)} + 2NO_{(q)}$ 

12) Reaksi bukan logam mulia dengan asam non-oksidator menghasilkan H<sub>2</sub>

#### Bentuk umum:

Reaksi ini tergolong reaksi redoks karena terjadi perubahan biloks.

Logam selain logam mulia (selain Cu, Hg, Ag, Pt, Au) akan membentuk kation dengan biloks terendahnya.

Asam non-oksidator adalah asam selain  $HNO_3$  encer,  $HNO_3$  pekat dan  $H_2SO_4$  pekat, biasanya berupa asam kuat encer (misalnya HCl encer atau  $H_2SO_4$  encer).

Contoh:

Reaksi alumunium dengan asam sulfat encer membentuk larutan alumunium sulfat dan gas hidrogen.

Reaksi molekul

$$2Al_{(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$

Reaksi ion lengkap

$$2Al_{(s)} + 6H^{+}_{(aq)} + \frac{3SO_{4}^{2-}_{(aq)}}{2Al^{3+}_{(aq)} + \frac{3SO_{4}^{2-}_{(aq)}}{3Al^{3+}_{(aq)}} + \frac$$

Reaksi ion bersih

$$2Al_{(s)} + 6H^{+}_{(aq)} \rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(q)}$$

- Reaksi-reaksi larutan asam-basa yang menghasilkan endapan, dan merupakan reaksi dekomposisi rangkap:
  - 13) Reaksi garam dengan asam

#### Bentuk umum:

# Garam 1 + Asam 1 → Garam 2 + Asam 2

Garam 2 harus mengendap.

#### Contoh:

Reaksi perak nitrat dengan asam bromida menghasilkan perak bromida padat dan asam nitrat.

Reaksi molekul

$$AgNO_{3 (aq)} + HBr_{(aq)} \rightarrow AgBr_{(s)} + HNO_{3 (aq)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Ag^{+}_{(aq)} + NQ_{3}^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)}$$
  
 $\Rightarrow AgBr_{(s)} + H^{+}_{(aq)} + NQ_{3}^{-}_{(aq)}$ 

Reaksi ion bersih

$$Ag^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \rightarrow AgBr_{(s)}$$

#### 14) Reaksi garam dengan basa

#### Bentuk umum:

#### Garam 1 + Basa 1 → Garam 2 + Basa 2

Garam 2 dan/atau basa 2 harus mengendap.

#### Contoh:

Reaksi tembaga (II) sulfat dengan stronsium hidroksida menghasilkan tembaga (II) hidroksida dan stronsium sulfat padat.

Reaksi molekul

$$CuSO_{4 (aq)} + Sr(OH)_{2(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)} + SrSO_{4 (s)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + Sr^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow Cu(OH)_{2(s)} + SrSO_4_{(s)}$ 

Reaksi ion bersih

$$Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + Sr^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$
  
 $\rightarrow Cu(OH)_{2(s)} + SrSO_{4(s)} (tetap)$ 

### 15) Reaksi garam dengan garam

#### Bentuk umum:

#### Garam 1 + Garam 2 → Garam 3 + Garam 4

Garam 3 dan/atau basa 4 harus mengendap.

#### Contoh:

Reaksi timbal (II) nitrat dengan kalium iodida menghasilkan timbal (II) iodida dan larutan kalium nitrat.

Reaksi molekul

$$Pb(NO_3)_{2 (aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3 (aq)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Pb^{2+}_{(aq)} + \frac{2NO_3^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}}{\Rightarrow PbI_{2(s)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-_{(aq)}}$$

Reaksi ion bersih

$$Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$$

# 16) Reaksi pendesakan logam

#### Bentuk umum:

# Logam 1 + Ion Logam 2 → Ion Logam 1 + Logam 2

Logam 1 harus lebih kuat mendesak logam 2.

Logam 1 harus berada di sebelah kiri logam 2 pada deret Volta.

#### Contoh:

Reaksi logam magnesium dengan larutan fero klorida menghasilkan larutan magnesium klorida dan logam besi.

Reaksi molekul

$$Mg_{(s)} + FeCl_{2(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Fe_{(s)}$$

Reaksi ion lengkap

$$Mg_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

$$\rightarrow$$
 Mg<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> + 2Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> + Fe<sub>(s)</sub>

Reaksi ion bersih

$$Mg_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)}$$

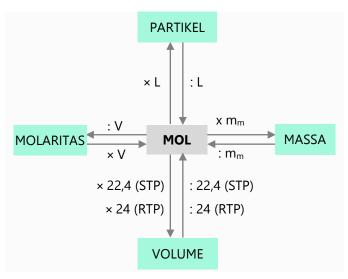
# Aturan kelarutan senyawa mudah larut:

lon	Kelarutan	Pengecualian pasangan ion
H <sup>+</sup> (asam)	larut	-
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	larut	-
NO <sub>3</sub> -, ClO <sub>3</sub> -, ClO <sub>4</sub> -, CH <sub>3</sub> COO-,	larut	-
F-	larut	ion gol IIA, Pb <sup>2+</sup>
Cl-, Br-, I-	larut	Cu <sup>2+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2</sup> -	larut	Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>

# Aturan kelarutan senyawa sukar larut:

lon	Kelarutan	Pengecualian pasangan ion
OH- (basa)	sukar larut	ion gol IA, Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup>
O <sup>2-</sup> , PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sukar larut	ion gol IA, NH <sub>4</sub> +
S <sup>2</sup> -	sukar larut	ion gol IA-IIA, NH4 <sup>+</sup>

#### STOIKIOMETRI LARUTAN



# Konsep dasar dalam stoikiometri larutan:

- 1) Perbandingan koefisien adalah per-bandingan jumlah mol zat dalam reaksi.
- 2) Segala satuan ukuran zat harus di-konversikan ke dalam mol.
- Kemolaran 3) larutan adalah angka yang menunjukkan banyaknya mol dalam 1 liter larutan. Jumlah mol dalam larutan dapat dihitung dengan:

#### Beberapa contoh stoikiometri larutan:

#### Reaksi antar larutan

100 mL timbal (II) nitrat 0,2 M direaksikan dengan 100 mL natrium klorida 0,2 M, tentukan:

- Persamaan reaksi molekul yang setara
- b. Larutan yang bersisa dan jumlah sisanya
- Massa garam yang mengendap

(Ar Pb = 207, N = 14, Na = 23, Cl = 35,5) Jawab:

 $Pb(NO_3)_2(aq) + 2NaCl(aq)$ 

$$\rightarrow$$
 PbCl<sub>2</sub>(s) + 2NaNO<sub>3</sub>(aq)

b. 
$$\frac{\text{n Pb(NO}_3)_2}{\text{koef Pb(NO}_3)_2}$$
 :  $\frac{\text{n NaCl}}{\text{koef NaCl}} = \frac{0.1 \times 0.2}{1}$  :  $\frac{0.1 \times 0.2}{2}$  = 0.02 : 0.01

Maka pereaksi pembatasnya adalah NaCl, sedangkan larutan bersisanya adalah Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

 $m Pb(NO_3)_2 sisa = 0.01 x (207+2.14+6.16) = 3.31 qr$ 

 $m PbCl_2 = 0.01 x (207 + 35.5.2) = 2.78 qr$ 

## Reaksi antara cuplikan logam dengan larutan

10 gr cuplikan logam Al berkadar 54% habis bereaksi dengan asam sulfat 2 M, tentukan:

- Persamaan reaksi molekul yang setara
- b. Jumlah mol Al murni
- C. Volume asam sulfat
- d. Massa garam yang terbentuk
- e. Volume gas yang dihasilkan pada RTP

$$(Ar Al = 27, S = 32, O = 16)$$

Jawab:

a. 
$$2Al(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3H_2(g)$$

b. n Al murni = 
$$54\% \times \frac{10}{27} = 0.2 \text{ mol}$$

c. 
$$n H_2SO_4 = \frac{3}{2} \times 0.2 = 0.3 \text{ mol}$$
  
 $V H_2SO_4 = \frac{0.3}{2} = 0.15 \text{ L} = \underline{150 \text{ mL}}$ 

d. 
$$n Al_2(SO_4)_3 = \frac{1}{2} \times 0.2 = 0.1 \text{ mol}$$
  
 $m Al_2(SO_4)_3 = 0.1 \times (2.27 + 3.32 + 12.16) = 34.2 \text{ gr}$ 

e. 
$$n H_2 = \frac{3}{2} \times 0.2 = 0.3 \text{ mol}$$
  
 $V H_2 = 0.3 \times 24 = 7.2 \text{ L}$ 

# Reaksi antara cuplikan garam dengan larutan

Sampel pualam seberat x gr dilarutkan ke dalam HCl 1,5 M, dihasilkan 6 L gas yang diukur pada (p,t) dimana massa 1,5 L amonia adalah 0,85 gr. Tentukan:

- Persamaan reaksi molekul setara
- b. Jumlah mol gas yang dihasilkan
- Nilai x jika sampel pualam murni dan 80%
- d. Massa garam yang terbentuk

Jawab:

a. 
$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(q)$$

$$\begin{array}{ll} \text{a.} & \text{CaCO}_3(s) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \Rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g) \\ \text{b.} & \frac{n \text{CO}_2}{V \text{CO}_2} = \frac{n \text{NH}_3}{V \text{NH}_3} & \frac{n \text{CO}_2}{6} = \frac{0.85/17}{1.5} & n \text{CO}_2 = \underline{0.2 \text{ mol}} \end{array}$$

c. x murni = 0,2 x (40+12+3.16) = 
$$\underline{20 \text{ gr}}$$
  
x 80% =  $\frac{0.2 \times 100}{80\%}$  =  $\underline{25 \text{ gr}}$ 

d.  $m CaCl_2 = 0.2 \times 111 = 22.2 \text{ gr}$ 

### Reaksi antara campuran logam dengan larutan

Soal 1: Campuran Al dan Cu seberat 10 gr dilarutkan dengan larutan HI 0,75 M, dihasilkan 7,2 L gas pada keadaan RTP, tentukan:

- Persamaan reaksi molekul setara
- b. Jumlah mol gas yang dihasilkan
- Massa dan presentase tiap logam

$$(Ar Al = 27, Cu = 63, 5, I = 127)$$

Jawab:

a. 
$$6Cu(s) + 6HI(aq) \longrightarrow$$
  
  $2Al(s) + 6HI(aq) \rightarrow 2All_3(aq) + 3H_2(g)$ 

b. 
$$n H_2 = \frac{7.2}{24} = 0.3 \text{ mol}$$

c. 
$$n Al = \frac{2}{3} \times 0.3 = 0.2 \text{ mol}$$

$$m Al = 0.2 \times 27 = 5.4 gr$$

% Al = 
$$\frac{5.4}{10}$$
 x 100% =  $\frac{54\%}{10}$ 

$$m Cu = 10 - 5.4 gr = 4.6 gr$$

Soal 2: 10,2 gram campuran Al dan Mg habis bereaksi dengan 250 mL larutan asam sulfat 2 M, tentukan:

- a. Persamaan reaksi molekul setara
- b. Total mol larutan asam sulfat
- c. Massa dan presentase alumunium
- d. Massa garam yang dihasilkan tiap logam
- e. Volume gas yang dihasilkan pada 127°C dan 2 atm

a. Reaksi 1

$$2Al(s) + 3H2SO4(aq) \rightarrow Al2(SO4)3(aq) + 3H2(g)$$

Reaksi 2

$$Mg(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + H_2(g)$$

$$m campuran = 10,2 gr$$

$$m Al = a gr$$
  $m Mg = 10,2 - a gr$ 

$$n Al = \frac{a}{27} mol$$
  $n Mg = \frac{10,2 - a}{24} mol$ 

- b.  $n H_2SO_4 = 0.25 \times 2 = 0.5 \text{ mol}$
- c. Nilai a dapat dihitung dari:

n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> R.1 = 
$$\frac{3}{2}$$
 x  $\frac{a}{27}$  =  $\frac{a}{18}$  mol

n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> R.2 = 
$$\frac{10,2-a}{24}$$
 mol

Maka

$$\frac{a}{18} + \frac{10.2 - a}{24} = 0.5$$

$$4a + 3(10.2 - a) = 36$$

$$4a + 30.6 - 3a = 36$$

$$a = 36 - 30.6 = 5.4$$

Jadi,

$$m Al = a = 5.4 gr$$

% Al = 
$$\frac{5.4}{10.2}$$
 x 100% =  $52.94$ %

d. 
$$n Al_2(SO_4)_3 = \frac{1}{2} x \frac{5.4}{27} = 0.1 mol$$

m 
$$Al_2(SO_4)_3 = 0.1 \times (2.27 + 3.32 + 12.16)$$
  
= 0.1 x 342 = 34.2 gr

$$-0,1 \times 342 - 0$$
n MgSO<sub>4</sub> =  $\frac{4,8}{24}$  = 0,2 mol

m MgSO<sub>4</sub> = 
$$0.2 \times (24+32+4.16)$$

$$= 0.2 \times 120 = 24 gr$$

e. 
$$n H_2 R.1 = \frac{3}{2} \times 0.2 = 0.3 \text{ mol}$$

$$n H_2 R.2 = 0.2 \text{ mol}$$
  $n H_2 \text{ total} = 0.5 \text{ mol}$ 

$$V H_2 = \frac{0.5 \times 0.082 \times 400}{2} = 8.2 L$$

# Reaksi antara campuran garam dengan larutan

Campuran  $NaHSO_3$  (Mr = 104) dan  $Na_2SO_3$  (Mr = 126) sebanyak 33,4 gr larut sempurna dalam 200 mL asam iodida 2 M, tentukan:

- a. Persamaan reaksi lengkap setara tiap garam
- b. Total mol asam iodida
- c. Massa tiap garam dalam campuran
- d. Massa garam yang dihasilkan

#### Jawab:

a. Reaksi 1

$$NaHSO_3(aq) + HI(aq) \rightarrow NaI(aq) + H_2O(l) + SO_2(g)$$
  
Reaksi 2

$$Na_2SO_3(aq) + 2HI(aq) \rightarrow 2NaI(aq) + H_2O(l) + SO_2(q)$$

$$m campuran = 33,4 gr$$

$$m Na_2SO_3 = 33,4 - a gr$$

$$n \text{ NaHSO}_3 = \frac{a}{104} \text{ mol}$$
  $n \text{ Na}_2 \text{SO}_3 = \frac{33,4 - a}{126} \text{ mol}$ 

n HI R.1 = 
$$\frac{a}{104}$$
 mol

n HI R.2 = 
$$2 \times \frac{33,4-a}{126} = \frac{33,4-a}{63}$$
 mol

Maka

$$\frac{a}{104} + \frac{33,4 - a}{63} = 0,4$$

$$63a + 104(33,4 - a) = 2620,8$$

$$a = 20.8$$

Jadi,

$$m \text{ NaHSO}_3 = a = 20.8 \text{ gr}$$

% NaHSO<sub>3</sub> = 
$$\frac{20.8}{33.4}$$
 x 100% =  $\frac{62.27\%}{100}$ 

$$m Na_2SO_3 = 33,4 - a = 12,6 gr$$

% Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> = 
$$\frac{12,6}{33.4}$$
 x 100% =  $\frac{37,73\%}{100}$ 

d. 
$$n Nal = n HI = 0.4 mol$$

$$m \text{ Nal} = 0.4 \times 150 = 60 \text{ gr}$$

#### Reaksi antara garam dengan larutan

Ke dalam 200 mL larutan amonium fosfat 0,1 M dimasukkan serbuk stronsium hidroksida sampai habis seluruhnya.

#### Tentukan:

- a. Persamaan reaksi lengkap setara
- b. Jumlah mol amonium fosfat
- c. Massa stronsium hidroksida
- d. Volume gas yang dihasilkan pada 2 atm dan 100 K Jawab:

a. 
$$2(NH_4)_3PO_4(aq) + 3Sr(OH)_2(s)$$

$$\rightarrow$$
 Sr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(s) + 6H<sub>2</sub>O(l) + 6NH<sub>3</sub>(q)

b. 
$$n (NH_4)_3PO_4 = 0.2 \times 0.1 = 0.02 \text{ mol}$$

c. 
$$n Sr(OH)_2 = 0.03 mol$$

$$m Sr(OH)_2 = 0.03 x (88 + 16.2 + 2) = 3.75 qr$$

d. 
$$V NH_3 = \frac{0.06 \times 0.082 \times 100}{2} = 0.246 L = 246 mL$$