

$x : y : z$

$$\frac{m \text{ Na}}{\text{Ar Na}} : \frac{m \text{ Tc}}{\text{Ar Tc}} : \frac{m \text{ O}}{\text{Ar O}}$$

$$\frac{115}{23} : \frac{495}{99} : \frac{320}{16}$$

$$5 : 5 : 20$$

$$1 : 1 : 4$$

Jadi, rumus empiris senyawa tersebut adalah  $\text{NaTcO}_4$

## 02

## LAJU REAKSI, KESETIMBANGAN KIMIA, DAN REAKSI REDOKS

A.

### Laju Reaksi

#### a. PENGERTIAN LAJU REAKSI

Laju reaksi adalah perubahan konsentrasi zat dalam suatu reaksi per satuan waktu

Laju reaksi: perubahan konsentrasi zat per satuan waktu

Pengurangan konsentrasi pereaksi per satuan waktu

$$V_{\text{pereaksi}} = -\frac{d[\text{pereaksi}]}{dt}$$

Penambahan konsentrasi produk per satuan waktu

$$V_{\text{produk}} = \frac{d[\text{produk}]}{dt}$$

Untuk laju reaksi:  
 $aA + bB \rightarrow cC + dD$

- Laju reaksi untuk setiap zat dalam reaksi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$V_A = - \frac{d[A]}{dt}; V_B = - \frac{d[B]}{dt}; V_C = + \frac{d[C]}{dt}; V_D = + \frac{d[D]}{dt};$$

- Perbandingan laju reaksi untuk setiap zat dalam reaksi sesuai dengan perbandingan koefisien reaksi:

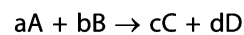
$$V_A : V_B : V_C : V_D = a : b : c : d$$

#### b. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KECEPATAN REAKSI

##### 1. Konsentrasi

Makin besar konsentrasi makin banyak zat-zat yang bereaksi sehingga makin besar kemungkinan terjadinya tumbukan dengan demikian makin besar pula kemungkinan terjadinya reaksi.

y kali maka hubungan kenaikan konsentrasi dengan laju reaksi dinyatakan sebagai berikut:



$$V = k[A]^x [B]^y$$

Keterangan:

v = laju reaksi

k = tetapan laju reaksi

x = orde reaksi terhadap zat A

y = orde reaksi terhadap zat B

(x + y) = orde reaksi total

[A] dan [B] = konsentrasi zat pereaksi.

##### 2. Luas Permukaan

Makin luas permukaan sentuhan maka reaksi makin cepat. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya partikel yang saling bertumbukan.

##### 3. Suhu

Makin tinggi suhu maka makin cepat reaksinya karena gerakan partikel semakin cepat sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan akan semakin besar. Pada umumnya reaksi akan berlangsung lebih cepat bila suhu dinaikkan. Pada umumnya bila suhu dinaikkan 10° C laju reaksi menjadi n kali lebih cepat (waktu berkurang setengahnya).

##### 4. Katalisator

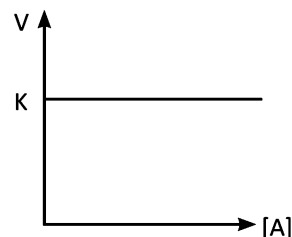
Katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud mempercepat laju reaksi.

#### d. GRAFIK ORDE REAKSI

Untuk reaksi A → produk

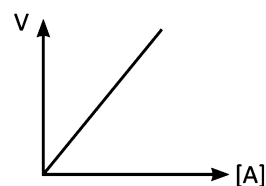
##### 1. Orde nol

$$V = k [A]^0 \text{ atau } V = k$$



##### 2. Orde satu

$$V = k [A]^1$$

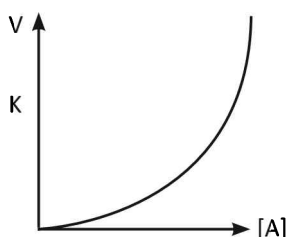


#### c. PERSAMAAN LAJU REAKSI DAN ORDE REAKSI

Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi dinyatakan dengan suatu orde reaksi (tingkat reaksi). Misalkan konsentrasi salah satu zat dinaikkan x kali, dan laju reaksi naik menjadi

### 3. Orde dua

$$V = k [A]^2$$



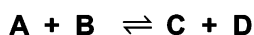
## B.

## Kesetimbangan Kimia

### a. KESETIMBANGAN KIMIA

Kesetimbangan tercapai jika:

- ✓ laju ke kanan = laju ke kiri
- ✓ Reaksi berlangsung secara terus-menerus ke kiri maupun ke kanan, disebut juga kesetimbangan dinamis
- ✓ Terjadi di ruang tertutup
- ✓ Secara makroskopis tidak terjadi perubahan

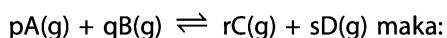


### b. TETAPAN KESETIMBANGAN

#### 1. Hukum Kesetimbangan (Hukum Guldberg dan Wange)

Dalam keadaan kesetimbangan pada *suhu tetap* maka hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi yang sisa di mana masing-masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah *tetap*.

Untuk reaksi kesetimbangan:



$$K_c = \frac{[C]^r [D]^s}{[A]^p [B]^q}$$

**Ingat:** fase cair (l) dan padatan (s), tidak dimasukkan pada perhitungan K

#### 2. Tetapan Kesetimbangan gas ( $K_p$ )

$K_p$  adalah tetapan kesetimbangan gas  
 $pA(g) + qB(g) \leftrightarrow rC(g) + sD(g)$

$$K_p = \frac{(pC)^r (pD)^s}{(pA)^p (pB)^q}$$

#### 3. Hubungan $K_p$ dan $K_c$

$\Delta n = (\text{total koefisien kanan}) - (\text{total koefisien kiri})$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

Jika:  $\Delta n > 0 \rightarrow K_p > K_c$

$\Delta n < 0 \rightarrow K_p < K_c$

$\Delta n = 0 \rightarrow K_p = K_c$

#### 4. Perubahan harga K

Perubahan harga  $K_p$  dan  $K_c$  dipengaruhi oleh suhu dan persamaan reaksi:

##### 1. Suhu:

##### ✓ Reaksi endoterm

Suhu naik  $\rightarrow K$  makin besar

Suhu turun  $\rightarrow K$  makin kecil

##### ✓ Reaksi eksoterm

Suhu naik  $\rightarrow K$  makin kecil

Suhu turun  $\rightarrow K$  makin besar

##### 2. Persamaan reaksi

$K_c$  dan  $K_p$  dapat berubah karena perubahan persamaan reaksi:

##### ✓ Reaksi dibalik $K' = 1/K$

##### ✓ Koef. reaksi dikalikan $y$ $K' = K^y$

##### ✓ Reaksi dijumlahkan $K' = K_1 \times K_2 \times \dots$

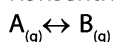
### c. PERGESERAN KESETIMBANGAN

#### Azas Le Chatelier:

"Bila pada suatu sistem kesetimbangan diberi aksi dari luar, sistem kesetimbangan tersebut akan mengadakan reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya"

Faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan:

##### 1. Konsentrasi



✓ Bila pada sistem kesetimbangan ini ditambahkan gas A maka kesetimbangan akan bergeser dari arah zat yang ditambahkan.

- ✓ Bila pada sistem kesetimbangan ini dikurangi gas A maka kesetimbangan akan bergeser ke arah zat yang dikurangi.
2. Volume dan tekanan
    - ✓ V besar, P kecil: kesetimbangan bergeser ke ruas dengan koefisien besar
    - ✓ V kecil, P besar: kesetimbangan bergeser ke ruas dengan koefisien kecil
  3. Suhu
    - ✓ Suhu dinaikkan: kesetimbangan bergeser ke arah endoterm
    - ✓ suhu diturunkan: kesetimbangan bergeser ke arah eksoterm
  4. Penambahan katalis (nilai K tidak berubah) katalis tidak menggeser kesetimbangan. Katalis hanya membantu tercapainya kondisi setimbang

#### d. DERAJAT DISOSIASI

Derajat disosiasi adalah perbandingan antara jumlah mol yang terurai dengan jumlah mol mula-mula.

$$\alpha = \frac{\text{mol zat terurai}}{\text{mol zat mula - mula}}$$

## C. Reaksi Redoks & Elektrokimia

### a. REAKSI REDOKS

#### 1. Pengertian Reaksi Redoks

Oksidasi	Reduksi
Pengikatan O/ pelepasan H C teroksidasi: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $CH_3OH \rightarrow CH_2O$	Pelepasan O/ Pengikatan H Fe tereduksi: $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe$
Pelepasan elektron: biloks naik $2Na \rightarrow 2Na^+ + 2e$	Penangkapan elektron: biloks turun $Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$

#### 2. Bilangan oksidasi:

Aturan penentuan biloks

Oksidator = pengoksidasi = zat yang tereduksi

Reduktor = pereduksi = zat yang teroksidasi

Unsur	Contoh
Unsur bebas dan molekul unsur mempunyai biloks nol	$Fe, Cl_2, P_4 = 0$
Jumlah biloks semua unsur dalam senyawa = nol dan biloks ion = muatan ionnya	$NaCl = 0, PO_4^{3-} = -3$
Logam golongan IA, IIA, IIIA, biloksnya sesuai dengan golongannya,	$Na = +1 (IA), Mg = +2(IIA)$ $Al = +3(IIIA)$
H dalam senyawa mempunyai biloks +1, kecuali pada hidrida (senyawa H dengan logam)	$HCl, H = +1$ $NaH, H = -1$
O dalam senyawaan mempunyai biloks -2, kecuali pada peroksida, superoksida, dan oksifluorida	$H_2O_2, O = -1; KO_2, O = -\frac{1}{2}$ $OF_2, O = +2$
F dalam senyawa selalu -1	$HF, F = -1, IF, F = -1$
Golongan IV A, biloks = -4 s/d +4	$CH_4, C = -4, CCl_4, C = +4$
Golongan V A, biloks = -3 s/d +5	$NH_3, N = -3, PCl_5, Cl = +5$
Golongan VII A (selain F), biloks = -1 s/d +7	$HCl, Cl = -1, HClO, Cl = +1$ $HClO_4, Cl = +7$

### 3. Penyetaraan reaksi redoks

#### ➤ Cara PBO

- Buat reaksi, tentukan yang biloksnya berubah
- Samakan jumlah atom kiri = kanan (redoks saja)
- Tentukan perubahan elektron dan samakan (kali silang)
- Tulis ulang reaksi (dengan koefisien)
- Samakan O dan H, sesuai suasana, pedoman kelebihan O
- Sempurnakan reaksi dan CEK!

#### ➤ Cara ½ -R

- Buat kerangka reaksi ion dari redoks saja
- Pisahkan ½ reduksi dan ½ oksidasi
- Samakan jumlah atom ki = ka (redoks saja)
- Samakan O dan H sesuai suasana, pedoman: kelebihan O, lihat cara PBO
- Samakan muatan dengan penambahan elektron, kali silang, lalu jumlahkan
- Kembalikan ke bentuk semula (molekul) dan CEK!

### b. SEL VOLTA

#### 1. Konsep Dasar

- Logam bersifat reduktor  
Reduktor kuat = mudah dioksidasi = mudah melepas elektron  
Oksidator kuat = mudah direduksi = mudah menerima elektron
  - Deret volta  
 $E^0$ : <<, makin mudah teroksidasi, reduktor makin kuat, makin aktif  
K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb - [H] - Sb-Bi-Cu-Hg-Ag-Pt-Au
- ✓ Makin ke kiri H,  $E^0$ -nya (negatif), dan makin reduktor kuat
  - ✓ Logam di kiri H,  $E^0$ -nya negatif  
Logam di kanan H,  $E^0$ -nya positif  
 $E^0$  H = 0
  - ✓ Logam kiri dapat mendesak logam kanan dari larutannya (logam kiri dapat mereduksi ion-ion di kanannya).

Sel volta	Sel elektrolisis
1. Energi kimia menjadi energi listrik	1. Energi kimia menjadi energi listrik
2. <u>K</u> atode ( <u>R</u> eduksi) = +  <u>A</u> node ( <u>O</u> ksidasi) = -  <b>Ingat: KRAO</b> (katode reduksi, anode oksidasi), <b>KAPAN</b> (katode positif, anode negatif)  <b>Contoh:</b> Sel aki, batu baterai	2. Katode (Reduksi) = -  <u>A</u> node ( <u>O</u> ksidasi) = +  <b>Ingat: KRAO</b> (katode reduksi, anode oksidasi), <b>KNAPO</b> (katode negatif, anode positif)  <b>Contoh:</b> Penyepuhan, pemurnian logam, produksi zat.

Hal penting mengenai sel volta:

- $E^0$  yang besar sebagai katode
- Notasi sel, anode || katode
- Elektron mengalir dari anode ke katode.
- $$E^0_{\text{sel}} = E^0_{\text{red}} - E^0_{\text{oks}}$$
$$= E^0_{\text{besar}} - E^0_{\text{kecil}}$$

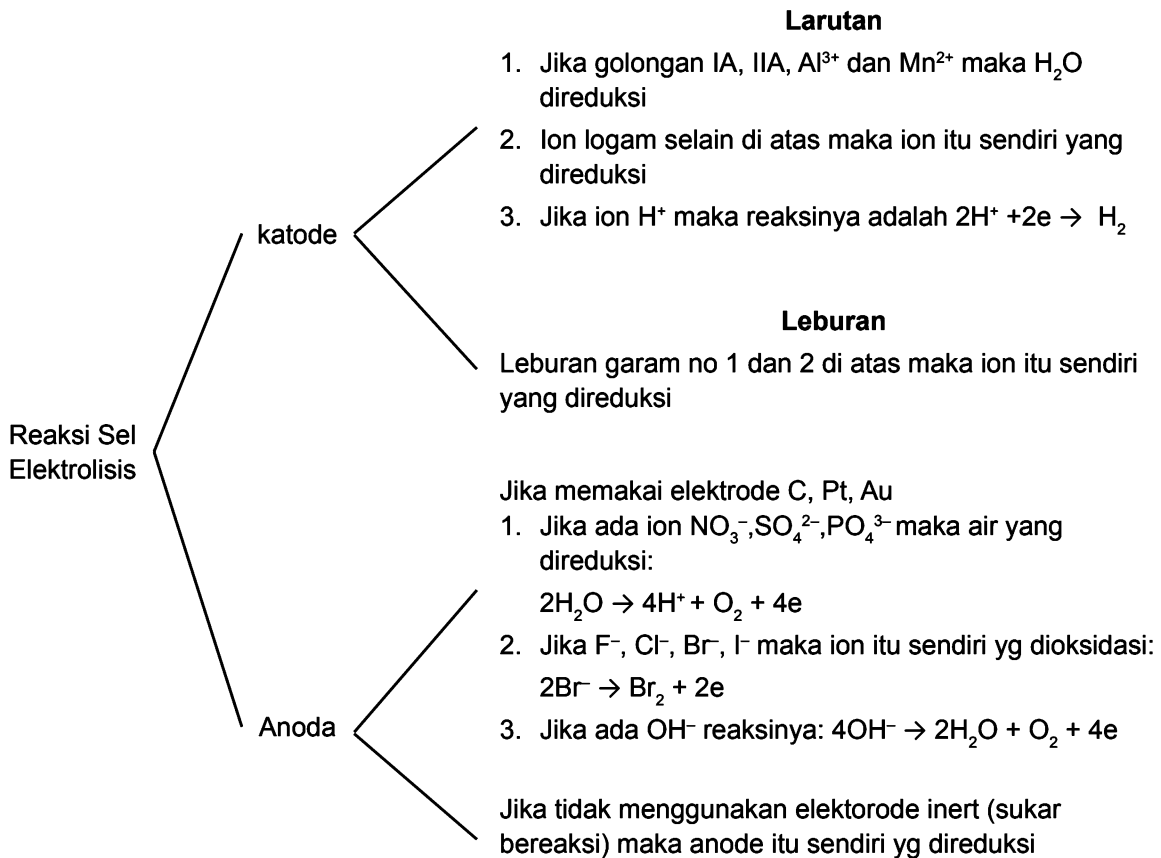
### c. KOROSI (PERKARATAN)

Proses korosi dapat dicegah dengan cara:

- Mengecat
- Menyepuh dengan logam yang sukar korosi (misal Au)
- Proteksi katodik (hubungkan dengan logam yang  $E^0$ -nya lebih besar)

### d. ELEKTROLISIS

Elektrolisis adalah penguraian suatu zat oleh arus listrik. Secara sederhana, di katode, ion positif mengalami reduksi dan di anode, ion negatif mengalami oksidasi.



## e. HUKUM FARADAY

### ✓ Hukum Faraday I

Massa zat yang dihasilkan sebanding dengan jumlah muatan listrik (q) yang melewati sel elektrolit tersebut. ( $w = q$ ;  $q = i \cdot t$ ;  $w = i \cdot t$ )

$$w = \frac{e \cdot i \cdot t}{96.500}$$

w = massa zat hasil elektrolisis

$$e = \frac{\text{Ar}}{n} ; n = \text{biloks/valensi}$$

i = kuat arus (A)

t = waktu (s)

### ✓ Hukum Faraday II

Jumlah zat yang dihasilkan oleh arus yang sama di dalam beberapa sel yang berbeda berbanding lurus dengan berat ekuivalen zat-zat tertentu.

$$\frac{m_1}{e_1} = \frac{m_2}{e_2}$$

Stoikiometri reaksi elektrolisis:

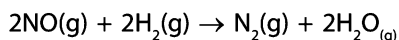
1 mol e = 1 mol faraday = 96.500 C

$$\text{Mol e} = w = \frac{q}{96.500} = w = \frac{i \cdot t}{96.500}$$



### 1. Soal SNMPTN

Data berikut merupakan data laju reduksi nitrogen monoksida (NO) oleh gas hidrogen:



$[\text{NO}]_0$ (mol . L <sup>-1</sup> )	$[\text{H}_2]_0$ (mol . L <sup>-1</sup> )	Laju awal ( $v_0$ ) (mol . L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
0,1	0,1	$1,23 \times 10^{-3}$
0,1	0,2	$2,46 \times 10^{-3}$
0,2	0,2	$4,92 \times 10^{-3}$

Orde reaksi total dari reaksi tersebut adalah...

- (A) 0  
(B) 1  
(C) 2  
(D) 3  
(E) 4

**Jawaban: C**

Untuk mencari orde terhadap NO maka cari yang  $[\text{H}_2]$  nya sama, begitu pun sebaliknya

$[\text{NO}]_0$ (mol . L <sup>-1</sup> )	$[\text{H}_2]_0$ (mol . L <sup>-1</sup> )	Laju awal ( $v_0$ ) (mol . L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
0,1	0,1	$1,23 \times 10^{-3}$
0,1	0,2	$2,46 \times 10^{-3}$
0,2	0,2	$4,92 \times 10^{-3}$

Untuk mencari orde terhadap NO, bandingkan data 2 dengan data 3:

$$2^x = 2 \rightarrow x = 1$$

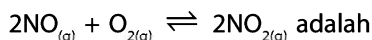
Untuk mencari orde terhadap  $\text{H}_2$ , bandingkan data 1 dengan data 2:

$$2^y = 2 \rightarrow y = 1$$

$$\text{Orde total} = x + y = 2$$

### 2. Soal SPMB

Data eksperimen untuk reaksi berikut



$[\text{NO}]_{(g)}, \text{ M}$	$[\text{O}_2]_{(g)}, \text{ M}$	Laju reaksi, M/det
0,1	0,1	3
0,1	0,5	15
0,3	0,1	9

Maka:

- orde reaksi total adalah 2
- persamaan laju reaksi,  $r = k[\text{NO}][\text{O}_2]$
- harga  $k = 300 \text{ M}^{-1} \text{ det}^{-1}$
- bila  $[\text{NO}] = 0,2 \text{ M}$  dan  $[\text{O}_2] = 0,4 \text{ M}$  maka  $r = 24 \text{ M/det}$

**Jawaban: E**

Pernyataan 1: benar

Untuk mencari orde terhadap NO, bandingkan data 3 dengan data 1:

$$3^x = 3 \rightarrow x = 1$$

Untuk mencari orde terhadap  $\text{O}_2$ , bandingkan data 2 dengan data 1:

$$5^y = 5 \rightarrow y = 1$$

$$\text{Orde total} = x + y = 2$$

Pernyataan 2: benar

rumus laju:

$$v = k [\text{NO}] [\text{O}_2]$$

Pernyataan 3: benar

perhatikan data 1:

$$v = k [\text{NO}] [\text{O}_2]$$

$$3 = k (0,1) (0,1)$$

$$k = 300$$

Pernyataan 4: benar

$$v = k [\text{NO}] [\text{O}_2]$$

$$= 300 (0,2) (0,4)$$

$$= 24 \text{ M/det}$$