

# HUKUM KESETIMBANGAN

NAMA :

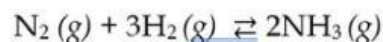
KELAS :

## Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik dapat menganalisis konsentrasi zat-zat yang ada pada keadaan setimbang dari suatu sistem kesetimbangan kimia untuk menemukan konsep hukum kesetimbangan dengan benar.
- Peserta didik dapat menganalisis dan menentukan nilai tetapan kesetimbangan dari suatu sistem kesetimbangan dengan benar.

## STIMULATION

Ketika reaksi berada dalam kesetimbangan, konsentrasi zat-zat yang ada selalu konstan. Dengan demikian, apabila dilakukan operasi matematika dengan rumusan tertentu terhadap konsentrasi pada keadaan setimbang akan diperoleh nilai yang tetap. Perhatikan data berikut:



| Perc. ke- | $[\text{N}_2]$        | $[\text{H}_2]$        | $[\text{NH}_3]$       | $\frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]}{[\text{NH}_3]}$ | $\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$ | $[\text{N}_2][\text{H}_2][\text{NH}_3]$ |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.        | $0,11 \times 10^{-3}$ | $0,11 \times 10^{-3}$ | $2,73 \times 10^{-7}$ | 0,225                                            | 0,0509                                               | $3,30 \times 10^{-13}$                  |
| 2.        | $0,25 \times 10^{-3}$ | $0,55 \times 10^{-3}$ | $4,58 \times 10^{-6}$ | 0,333                                            | 0,0504                                               | $6,29 \times 10^{-11}$                  |
| 3.        | $5,50 \times 10^{-1}$ | $6,50 \times 10^{-1}$ | $8,86 \times 10^{-2}$ | 0,247                                            | 0,0519                                               | $3,10 \times 10^{-2}$                   |
| 4.        | $2,50 \times 10^{-1}$ | $7,50 \times 10^{-1}$ | $7,40 \times 10^{-2}$ | 1,973                                            | 0,0519                                               | $1,3823 \times 10^{-3}$                 |

## PROBLEM STATEMENT

Tuliskan rumusan masalah berdasarkan data yang kalian amati

## DATA COLLECTING

### Hukum Kesetimbangan

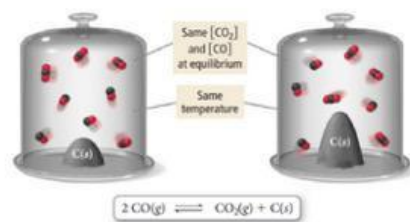
Dalam keadaan setimbang, hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dipangkatkan koefisien dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi dipangkatkan koefisien mempunyai nilai yang tetap.

## Tetapan Kesetimbangan (K)

### 1. Kc

Dalam menuliskan Kc yang dimasukkan hanya fase gas (g) dan larutan (aq) saja.

$$K_c = \frac{[P]^{\text{koefisien}}}{[R]^{\text{koefisien}}}$$



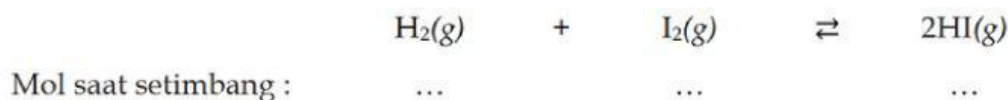
Agar lebih memahami cara menuliskan tetapan kesetimbangan, lengkapilah tabel berikut :

| No. | Persamaan reaksi                                                                                            | Kc                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1.  | $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$                                  | $K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$     |
| 2.  | ....                                                                                                        | $K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$     |
| 3.  | $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$                   | ....                                                       |
| 4.  | $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$                    | $K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$ |
| 5.  | $\text{NiO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ | ....                                                       |

### Menentukan harga Kc jika diketahui mol senyawa saat setimbang :

Dalam volume 5 liter terdapat 4 mol asam iodida, 0,5 mol iodium dan 0,5 mol hidrogen dalam suatu kesetimbangan. Tentukan tetapan kesetimbangan untuk reaksi pembentukan asam iodida dari iodium dan hidrogen!

#### 1. Tentukan mol saat setimbang



#### 2. Tentukan konsentrasi masing-masing senyawa saat setimbang

$$[\text{H}_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{I}_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{HI}] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

3. Tentukan rumus  $K_c$  dan masukkan konsentrasi senyawa hasil perhitungan langkah 2

$$K_c = \frac{[ \dots ]^{\dots}}{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}} = \frac{[ \dots ]^{\dots}}{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}} = \dots$$

**Menentukan harga  $K_c$  jika diketahui mol senyawa mula-mula dan mol salah satu senyawa saat setimbang:**

Dalam ruang satu liter, satu mol zat AB direaksikan dengan satu mol zat CD menurut persamaan reaksi:  $AB(g) + CD(g) \rightleftharpoons AD(g) + BC(g)$

Setelah kesetimbangan tercapai ternyata tersisa 0,25 mol senyawa CD. Tentukan tetapan kesetimbangan untuk reaksi ini!

1. Tentukan mol senyawa saat setimbang

|                      | AB(g) | + | CD(g) | $\rightleftharpoons$ | AD(g) | + | BC(g) |
|----------------------|-------|---|-------|----------------------|-------|---|-------|
| Mol mula-mula :      | ...   |   | ...   |                      | ...   |   | ...   |
| Mol saat bereaksi :  | ...   |   | ...   |                      | ...   |   | ...   |
| Mol saat setimbang : | ...   |   | ...   |                      | ...   |   | ...   |

2. Tentukan konsentrasi masing-masing senyawa saat setimbang

$$[AB] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[CD] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[AD] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[BC] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

3. Tentukan rumus  $K_c$  dan masukkan konsentrasi senyawa hasil perhitungan langkah 2

$$K_c = \frac{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}}{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}} = \frac{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}}{[ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots}} = \dots$$

**Menentukan harga Kc jika diketahui mol reaktan dan derajat disosiasi ( $\alpha$ ):**

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

Pada reaksi kesetimbangan:  $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$  bila dalam ruang 2 liter, 8 mol gas  $\text{PCl}_5$  berdisosiasi 75%, tentukan besarnya harga tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc)!

1. Tentukan mol  $\text{PCl}_5$  yang bereaksi dengan menggunakan derajat disosiasi

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

$$\dots = \frac{\text{jumlah zat yang terurai}}{\dots}$$

$$\text{jumlah zat yang terurai} = \dots \times \dots = \dots$$

2. Tentukan mol senyawa saat setimbang

|                      |                   |                      |                   |   |                  |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|---|------------------|
|                      | $\text{PCl}_5(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{PCl}_3(g)$ | + | $\text{Cl}_2(g)$ |
| Mol mula-mula :      | ...               |                      | ...               |   | ...              |
| Mol saat bereaksi :  | ...               |                      | ...               |   | ...              |
| Mol saat setimbang : | ...               |                      | ...               |   | ...              |

3. Tentukan konsentrasi masing-masing senyawa saat setimbang

$$[\text{PCl}_5] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{PCl}_3] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

4. Tentukan rumus Kc dan masukkan konsentrasi senyawa hasil perhitungan langkah 3

$$K_c = \frac{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}{[\dots]^\dots} = \frac{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}{[\dots]^\dots} = \dots$$

**Menentukan mol senyawa saat setimbang jika diketahui harga Kc:**

Diketahui reaksi:  $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$   $K_c = 16$ . Bila 4 mol gas CO direaksikan dengan 4 mol  $\text{H}_2\text{O}$  dalam ruang 1 liter, berapa mol gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  yang terbentuk?

**1. Tentukan mol senyawa saat setimbang**

Misal mol CO yang bereaksi = x mol

|                    |                |     |                         |                      |                         |   |                        |
|--------------------|----------------|-----|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|------------------------|
|                    | $\text{CO(g)}$ | +   | $\text{H}_2\text{O(g)}$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{CO}_2\text{(g)}$ | + | $\text{H}_2\text{(g)}$ |
| Mol mula-mula      | :              | ... | ...                     |                      | ...                     |   | ...                    |
| Mol saat bereaksi  | :              | ... | ...                     |                      | ...                     |   | ...                    |
| Mol saat setimbang | :              | ... | ...                     |                      | ...                     |   | ...                    |

**2. Tentukan konsentrasi masing-masing senyawa saat setimbang**

$$[\text{CO}] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[\text{H}_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

**3. Tentukan rumus Kc dan masukkan konsentrasi senyawa hasil perhitungan langkah 3**

$$K_c = \frac{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}$$

$$\dots = \frac{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}{[\dots]^\dots [\dots]^\dots}$$

$$\dots = \frac{[\dots]^\dots}{[\dots]^\dots}$$

Hitung akar pangkat dua untuk menghilangkan pangkat

$$\dots = \frac{[\dots]^\dots}{[\dots]^\dots}$$

$$x = \dots \text{ mol}$$

**4. Tentukan mol gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  yang terbentuk (saat setimbang)**

$$\text{Mol } \text{CO}_2 \text{ yang terbentuk} = \dots \text{ mol}$$

$$\text{Mol } \text{H}_2 \text{ yang terbentuk} = \dots \text{ mol}$$

## 2. Kp

Dalam menuliskan Kp yang dimasukkan hanya fase gas (g) saja.

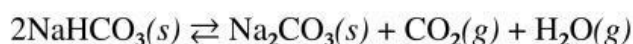
$$K_p = \frac{(P_{\text{produk}})^{\text{koefisien}}}{(P_{\text{reaktan}})^{\text{koefisien}}}$$

Cara menentukan tekanan parsial gas yang belum diketahui:

$$P_{\text{gas}} = \frac{n_{\text{gas}}}{n_{\text{total}}} P_{\text{total}}$$

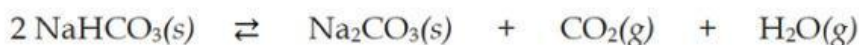
### Menentukan harga Kp jika diketahui mol senyawa dan tekanan total

Dalam ruang 2 liter, 2 mol NaHCO<sub>3</sub> terurai menurut reaksi berikut:



Jika terbentuk 1 mol gas CO<sub>2</sub> dan 1 mol gas H<sub>2</sub>O pada saat setimbang, dan tekanan total 4 atm, tentukan besarnya Kp!

#### 1. Tentukan mol senyawa saat setimbang



Mol saat setimbang :                      ...                      ...                      ...                      ...

#### 2. Tentukan tekanan parsial masing-masing senyawa

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{total}}} P_{\text{total}} = \frac{\dots}{\dots} \dots = \dots$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{total}}} P_{\text{total}} = \frac{\dots}{\dots} \dots = \dots$$

#### 3. Tentukan rumus Kp dan masukkan tekanan parsial senyawa hasil perhitungan langkah 3

$$K_p = [ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots} = [ \dots ]^{\dots} [ \dots ]^{\dots} = \dots$$

## 3. Hubungan Kp dan Kc

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

Keterangan :

R = 0,082 L.atm/mol.K

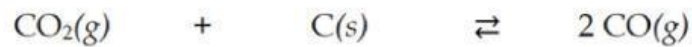
T = suhu (K)

$\Delta n$  = koefisien produk – koefisien reaktan

**Menentukan harga  $K_p$  jika diketahui harga  $K_c$**

Diketahui reaksi kesetimbangan:  $\text{CO}_2(g) + \text{C}(s) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$ . Pada suhu  $27^\circ\text{C}$ , harga  $K_c = 1,6 \times 10^{-2}$ . Hitunglah  $K_p$ !

1. Tentukan  $\Delta n$



Jumlah koefisien :                      ...                      ...

$$\Delta n = \text{koefisien produk} - \text{koefisien reaktan} = \dots$$

2. Tentukan harga  $K_p$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = \dots \left( \dots \times \dots \right) \dots = \dots$$

Jika pada reaksi  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ , maka bagaimanakah harga  $K_p$  dan  $K_c$  nya??

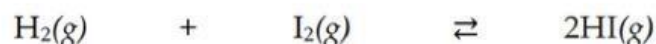
Jika pada reaksi yang memiliki jumlah koefisien produk dan koefisien reaktan sama, maka

$\Delta n = 0$  sehingga berlaku harga  $K_p = K_c$

Sebanyak 4 mol gas HI dipanaskan dalam suatu ruangan 5 liter pada suhu 300 K sehingga sebagian terurai dan membentuk kesetimbangan sesuai reaksi berikut :

$\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$  Apabila reaksi tersebut memiliki harga  $K_c$  sebesar 0,25, maka tentukan harga  $K_p$  dari reaksi tersebut !

1. Tentukan  $\Delta n$



Jumlah koefisien : ...

$$\Delta n = \text{koefisien produk} - \text{koefisien reaktan} = \dots$$

2. Tentukan harga  $K_p$

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

### Hubungan tetapan kesetimbangan dan persamaan reaksi

Jika diketahui persamaan reaksi :  $A + 2B \rightleftharpoons 3C$   $K_c = 4$

Reaksi dibalik, maka  $K_c' = 1/K_c$

Reaksi dikali n, maka  $K_c' = K_c^n$

.....

Reaksi dibagi n, maka  $K_c' = \sqrt[n]{K_c}$

.....

Reaksi dijumlahkan, maka  $K_c$  dikalikan

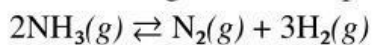
**Menentukan harga  $K_c$  jika diketahui harga  $K_c$  dari reaksi lain**

Jika tetapan kesetimbangan untuk reaksi  $2X + 2Y \rightleftharpoons 4Z$  adalah 0,04, tentukan besarnya tetapan kesetimbangan untuk reaksi  $2Z \rightleftharpoons X + Y$  adalah ....

Jika harga tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ) untuk reaksi  $A + B \rightleftharpoons C$  dan untuk reaksi  $2A + D \rightleftharpoons C$  berturut-turut ialah 4 dan 8, maka harga tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ) untuk reaksi  $C + D \rightleftharpoons 2B$  adalah ....

**DATA PROCESSING**

1. Dalam ruang 2 liter terdapat 5 mol gas amonia ( $NH_3$ ) yang terurai sesuai reaksi:



Pada keadaan setimbang terdapat 2 mol  $NH_3$ . Tentukan:

- a. besarnya derajat disosiasi ( $\alpha$ )

- b.  $K_c$

c.  $K_p$  jika tekanan total sebesar 2 atm

2. Zat AB terurai menurut reaksi:  $2AB(g) \rightleftharpoons 2A(g) + B_2(g)$   $K_c = 2,5 \times 10^{-2}$ . Tentukan  $K_p$  pada suhu  $27^\circ\text{C}$  ( $R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )!

3. Pada suhu  $T^\circ\text{K}$ , nilai  $K_c$  dan  $K_p$  yang sama ditunjukkan pada reaksi kesetimbangan ....

- (A)  $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$   
(B)  $\text{H}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(g)$   
(C)  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$   
(D)  $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$   
(E)  $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$

4. Harga  $K_p$  untuk reaksi kesetimbangan  $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$  pada suhu tertentu adalah 18. Jika tekanan parsial X sebesar 8, maka tekanan parsial Y sebesar ....

#### ● VERIFICATION

#### ● GENERALIZATION

Tuliskan kesimpulan dari pembelajaran yang sudah dilakukan