

HUKUM KESETIMBANGAN

NAMA :

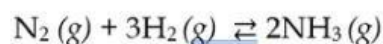
KELAS :

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

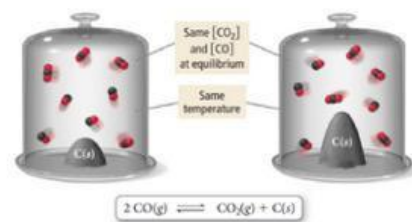
Dalam keadaan setimbang, hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dipangkatkan koefisien dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi dipangkatkan koefisien mempunyai nilai yang tetap.

Tetapan Kesetimbangan (K)

1. Kc

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

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



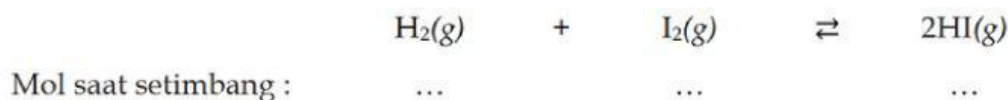
Agar lebih memahami cara menuliskan tetapan kesetimbangan, lengkapilah tabel berikut :

No.	Persamaan reaksi	Kc
1.	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
2.		$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$
3.	$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$	
4.	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$
5.	$NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$	

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

$$[H_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

$$[I_2] = \frac{n}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

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

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 (α):

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

Pada reaksi kesetimbangan: $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ bila dalam ruang 2 liter, 8 mol gas PCl_5 berdisosiasi 75%, tentukan besarnya harga tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc)!

1. Tentukan mol 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: $\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$ $K_c = 16$. Bila 4 mol gas CO direaksikan dengan 4 mol H_2O dalam ruang 1 liter, berapa mol gas CO_2 dan H_2 yang terbentuk?

1. Tentukan mol senyawa saat setimbang

Misal mol CO yang bereaksi = x mol

	$\text{CO}(g)$	+	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}_2(g)$	+	$\text{H}_2(g)$
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 CO_2 dan 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.

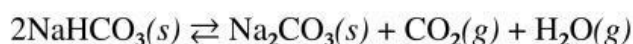
$$K_p = \frac{(P_{\text{produk}})^{\text{koefisien}}}{(P_{\text{reaktan}})^{\text{koefisien}}}$$

Cara menentukan tekanan parsial gas yang belum diketahui:

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

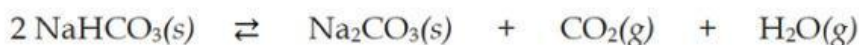
Menentukan harga Kp jika diketahui mol senyawa dan tekanan total

Dalam ruang 2 liter, 2 mol NaHCO₃ terurai menurut reaksi berikut:



Jika terbentuk 1 mol gas CO₂ dan 1 mol gas H₂O 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

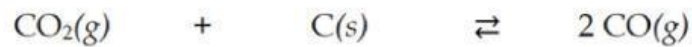
T = suhu (K)

Δn = koefisien produk – koefisien reaktan

Menentukan harga Kp jika diketahui harga Kc

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

1. Tentukan Δn



Jumlah koefisien : ...

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

2. Tentukan harga K_p

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

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

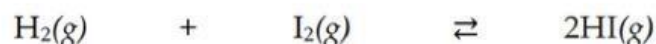
Jika pada reaksi yang memiliki jumlah koefisien produk dan koefisien reaktan sama, maka

$\Delta n = 0$ 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 Δn



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 : $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 3\text{C}$ $K_c = 4$

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

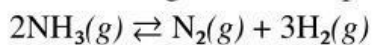
Menentukan harga K_c jika diketahui harga K_c dari reaksi lain

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 (α)

- 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°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