E-LKPD

Tetapan Kesetimbangan

FASE F KELAS XI

PERTEMUAN 2

Nama : _____

Kelas : _____

Kelompok : _____

LIVEWORKSHEETS

Pertemuan 2

Kegiatan Belajar 2

Alur Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menghitung tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc)
2. Peserta didik mampu menghitung tetapan kesetimbangan parsial (Kp)

Pada kegiatan sebelumnya, ananda telah mempelajari mengenai reaksi irreversibel, reaksi reversibel, kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Pada kegiatan kali ini, ananda akan mempelajari komposisi kesetimbangan. Ananda akan segera mengetahui adanya suatu hubungan yang tetap diantara konsentrasi setimbang komponen kesetimbangan. Hubungan yang tetap ini disebut tetapan kesetimbangan (Purba, 2007).

Hubungan konsentrasi-konsentrasi zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang dinyatakan oleh Guldberg dan Waage (1866). Mereka mengemukakan suatu besaran yang disebut tetapan kesetimbangan yang diberi simbol K. Guldberg dan Waage menyimpulkan bahwa hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi pada sistem kesetimbangan, di mana masing masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah tetap.

1.Tetapan kesetimbangan konsentrasi

Apa yang disampaikan oleh Guldberg and Waage dapat dituliskan sebagai berikut.

$$pA + qB \leftrightarrows rC + sD$$

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

Keterangan:

Kc = konstanta/tetapan kesetimbangan (harganya tetap pada suhu tetap)

p, q, r, s = koefisien reaksi

[A] = konsentrasi zat A

[B] = konsentrasi zat B

[C] = konsentrasi zat C

[D] = konsentrasi zat D

LIVEWORKSHEETS

2. Tetapan kesetimbangan parsial

Kesetimbangan tekanan parsial gas dinyatakan dengan notasi Kp . Tetapan kesetimbangan tekanan parsial ini tidak lain adalah hasil kali tekanan parsial gas-gas pada sisi produk dipangkatkan dengan koeisiennya dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pada sisi reaktan dipangkatkan dengan koeisiennya, seperti ditunjukkan pada persamaan kesetimbangan berikut ini.

$$aW(g) + bX(g) \leftrightarrows cY(g) + dZ(g)$$

$$K_p = \frac{P_Y^c . P_Z^d}{P_W^a . P_X^b}$$

Keterangan:
Kp = konstanta/tetapan kesetimbangan tekanan parsial
a, b, c, d = koefisien reaksi
PW = tekanan parsial gas W
PY = tekanan parsial gas Y

3. Hubungan Kp dengan Kc

Nilai Kp dapat diakitkan dengan nilai Kc berdasarkan persamaan gas ideal.

Catatan :

Dalam sistem kesetimbangan, zat-zat penyusun kesetimbangan dapat berada dalam fase padat (s), gas (g), cair (l), atau larutan (aq). Namun, fase yang diikutkan dalam perhitungan tetapan kesetimbangan konsentrasi hanya lah gas (g) dan larutan (aq), sementara fase padat (s) dan cair (l) **tidak diikutkan** karena nilai konsentrasinya relatif konstan pada saat kesetimbangan telah tercapai.

LIVEWORKSHEETS

Aktivitas Pembelajaran

Setelah ananda memahami materi diatas, diskusikanlah jawaban dari pertanyaan berikut!!

Pertanyaan Prompting :

1.Apa perbedaan utama antara Kc dan Kp dalam kesetimbangan kimia?

A.Kc dinyatakan dalam tekanan, Kp dalam konsentrasi

B.Kc hanya digunakan untuk padatan, Kp untuk larutan

C.Kc menggunakan konsentrasi molar, sedangkan Kp menggunakan tekanan parsial

D.Kc dan Kp hanya berbeda nama tapi nilainya selalu sama

2. Tarik kotak sebelah kanan ke jawaban yang benar!

$$\boxed{} = \boxed{}(RT)^{\triangle n}$$

Kp Kc

Apa yang dimaksud dengan Δn dalam rumus hubungan antara Kp dan Kc?

Jawaban : Δn adalah (_____) jumlah mol gas produk (_____) jumlah mol gas reaktan.

3. Perhatikan pernyataan berikut:

"Jika Δn = 0 (perubahan jumlah mol gas = 0), maka nilai Kc dan Kp akan berbeda."

Manakah analisis berikut yang paling tepat?

A. Pernyataan tersebut salah, karena jika Δn = 0 maka Kc = Kp

B. Pernyataan tersebut benar, karena perubahan mol gas tidak memengaruhi perbandingan Kc dan Kp

C. Pernyataan tersebut salah, karena Kc dan Kp hanya dipengaruhi oleh suhu

D. Pernyataan tersebut benar, karena Kc dan Kp selalu berbeda tanpa memperhatikan Δn

4. Pada reaksi:

$A + B \rightleftharpoons C + D$

Jika pada saat kesetimbangan, jumlah mol A dan B lebih banyak daripada C dan D, maka nilai Kc kemungkinan (_____) dari 1.

5. Jika tekanan parsial produk lebih besar daripada reaktan saat kesetimbangan, maka nilai Kp akan (_____) dari 1.

LIVEWORKSHEETS

B. Menentukan Tetapan Kesetimbangan

Bersama kelompokmu, diskusikanlah pertanyaan dibawah ini.

1.Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan (Kc) untuk reaksi-reaksi kesetimbangan berikut ini. Tarik kotak ke jawaban yang benar!

a) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \leftrightarrows Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

$Kc = \frac{[\quad]}{[\quad]}$

$[H_2O]^4$ $[Fe]^3$ $[Fe_3O_4]$ $[H_2]^4$

b) $Na_2CO_3(s) + SO_2(g) + 1/2\ O_2(g) \leftrightarrows Na_2SO_4(s) + CO_2(g)$

$Kc = \frac{[\quad]}{[\quad][\quad]}$

$[Na_2SO_4]$ $[CO_2]$ $[O_2]^{1/2}$ $[Na_2CO_3]$ $[SO_2]$

c) $Ag^+(aq) + Fe^{2+}(aq) \leftrightarrows Ag(s) + Fe^{3+}(aq)$

$Kc = \frac{[\quad]}{[\quad][\quad]}$

$[Ag]$ $[Ag^+]$ $[Fe^{3+}]$ $[Fe^{2+}]$

Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan (Kp) untuk reaksi-reaksi kesetimbangan berikut ini. Tarik kotak ke jawaban yang benar!

d) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \leftrightarrows Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

$Kp = \frac{[\quad]}{[\quad]}$

$(P\ Fe_3O_4)$ $(P\ H_2O)^4$ $(P\ Fe)^3$ $(P\ H_2)^4$

e. $Na_2CO_3(s) + SO_2(g) + 1/2\ O_2(g) \leftrightarrows Na_2SO_4(s) + CO_2(g)$

$Kp = \frac{[\quad]}{[\quad][\quad]}$

$(P\ CO_2)$ $(P\ SO_2)$ $(P\ Na_2CO_3)$ $(P\ O_2)^{1/2}$ $(P\ Na_2SO_4)$

LIVEWORKSHEETS

2. Diketahui reaksi kesetimbangan sebagai berikut. $PCl_5(g) \leftrightarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ Ke dalam ketel reaksi 5 liter, dimasukkan 5 mol PCl_5 . Pada saat kesetimbangan terdapat 2 mol $PCl_5(g)$ dengan tekanan total pada saat kesetimbangan adalah 3 atm. Hitunglah nilai Kp dari reaksi tersebut!

Jawab :

a. Langkah 1: Menentukan perubahan jumlah mol (x)

Misalnya mol $PCl_5(g)$ yang terurai menjadi x mol.

	$PCl_5(g)$	$\leftrightarrows$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$
M	5 mol		-		-
B	-x		(___) x		(___) x
S	5 - x		(___)x		(___)x

Diketahui pada saat kesetimbangan, mol $PCl_5(g)$ = 2 mol

$5 - x = 2 \rightarrow x = 3$

Jadi, mol masing-masing zat pada saat kesetimbangan:

- $PCl_5(g)$ = (____) mol
- $PCl_3(g)$ = (____) mol
- $Cl_2(g)$ = (____) mol

b. Langkah 2: Hitung fraksi mol masing-masing zat

Jumlah total mol gas = 2 + 3 + 3 = 8 mol

Fraksi mol:

- $PCl_5(g) = \frac{\text{mol zat}}{\text{jumlah total mol gas}} = \frac{(____)\ \text{mol}}{8\ \text{mol}} = (_____)$
- $PCl_3 = \frac{(____)\ \text{mol}}{8\ \text{mol}} = (_____)$
- $Cl_2 = \frac{(____)\ \text{mol}}{8\ \text{mol}} = (_____)$

c. Langkah 3: Hitung tekanan parsial masing-masing gas

Tekanan total = 3 atm

Tekanan parsial:

- $P(PCl_5)$ = (_____) . 3 atm = (_____) atm
- $P(PCl_3)$ = (_____) . 3 atm = (_____) atm
- $P(Cl_2)$ = (_____) . 3 atm = (_____) atm

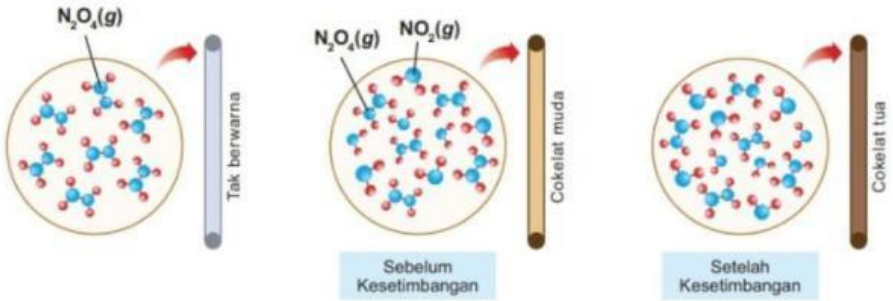
d. Langkah 4: Hitung nilai Kp

Rumus kesetimbangan tekanan (Kp):

LIVEWORKSHEETS

$$K_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{PCl_2}}{P_{PCl_5}} = \frac{(_____) \cdot (_____)}{(_____)} = (_____) \text{ atm}$$

3. Suatu percobaan menunjukkan bahwa 0,625 mol gas N_2O_4 dalam ruang 5L terurai sebagian menjadi gas NO_2. Setelah kesetimbangan tercapai didapat konsentrasi gas N_2O_4 0,0750 M. Hitunglah Kc kesetimbangan ini.



Gambar 5. Ilustrasi kesetimbangan $N_2O_4(g) \leftrightarrows 2NO_2(g)$ dalam tabung reaksi (Ramli : 2022)

Jawab :

a. Langkah 1 : Hitung konsentrasi pada saat awal

$N_2O_4(g)$ = _____mol / ____L = _____M

b. Langkah 2 : Misalkan yang terurai = x

	$N_2O_4(g)$	$\leftrightarrows$	$2NO_2(g)$
M	(_____)		-
B	- x		+ 2x
S	(_____) - x		+ 2x

Diketahui $[N_2O_4]$ saat setimbang = 0,0750 M

(_____) - x = 0,0750 → x = (_____)

c. Langkah 3 : Hitung $[NO_2]$ saat setimbang

$[NO_2]$ = 2X

$[NO_2]$ = 2 . (_____)

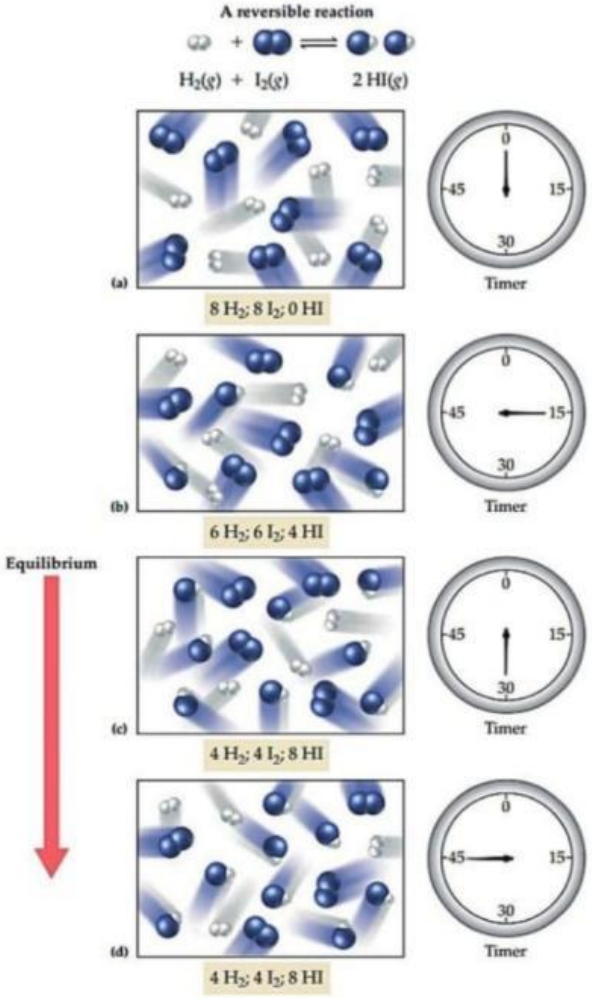
$[NO_2]$ = (_____) M

d. Langkah 4 : Hitung nilai Kc

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(_____)^2}{0{,}0750} = \frac{(_____)}{0{,}0750} = (_____)$$

LIVEWORKSHEETS

4. Campuran 0,500 mol $H_2(g)$ dan 0,500 mol $I_2(g)$ dimasukkan kedalam labu baja antikarat 1,00L pada suhu 430°C. Konstanta kesetimbangan Kc untuk reaksi $H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrows 2HI\ (g)$ adalah 54,3 pada suhu ini. Hitunglah konsentrasi gas H_2, I_2 dan HI pada kesetimbangan.



Gambar 6. Ilustrasi kesetimbangan pada HI(g) (Nivaldo : 2012)

Jawab :

a. Tahap 1 : Misalkan reaksi menghasilkan x mol/L HI, maka

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\leftrightarrows$	$2HI(g)$
M	0,500		0,500		-
B	(_____) x		(___) x		(____) 2x
S	0,500 (____) x		0,500 (____) x		(____) 2x

LIVEWORKSHEETS

b. Tahap 2 : Gunakan rumus Kc

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$54{,}3 = \frac{(2x)^2}{\{0{,}500\ (___)\ x\}^2} = \frac{(_____)}{\{0{,}500\ (___)\ x\}^2}$$

Dengan menghitung akar pada kedua sisi, diperoleh :

$$\sqrt{54{,}3} = \frac{\cdots\cdot}{\cdots\cdots\cdots}$$

..... ({0,500 (___) x} = ...x

..... (___) .....x = ...x

.....x = ...

x = (_____)

c. Tahap 3

Pada kesetimbangan, konsentrasinya adalah

$[H_2]$ = {0,500 - (_____)} M = (_____)

$[I_2]$ = {0,500 - (_____)} M = (_____)

[HI] = 2X = 2 x (_____) M = (_____)

5. Dalam suatu wadah tertutup yang suhunya 25°C, sejumlah $CH_6N_2O_2(g)$ menyublim dan terdisosiasi menjadi $NH_3(g)$ dan $CO_2(g)$ sesuai persamaan reaksi berikut.

$$CH_6N_2O_2(s) \leftrightarrows 2NH_3(g) + CO_2(g)$$

Setelah didiamkan beberapa lama, terjadi kesetimbangan dengan tekanan total gas sebesar 0,116 atm. Nilai Kp untuk reaksi tersebut adalah ....

Jawab :

a. Langkah 1

Misalkan tekanan parsial $CO_2(g)$ pada kesetimbangan adalah x atm, maka karena perbandingan koefisien reaksi $NH_3 : CO_2 = 2 : 1$, tekanan parsial $NH_3(g)$ adalah 2x atm.

Sehingga tekanan total gas di dalam wadah tertutup:

$P_{NH_3} + P_{CO_2}$ = 2x + (_____) = (_____)

0,116 atm = (_____)

$$x = \frac{0{,}116\ \text{atm}}{(____)} = (_____)$$

LIVEWORKSHEETS

b. Langkah 2 : Hitung tekanan parsial tiap gas

PCO_2 = X = (_____)

PNH_3 = 2X = 2 . (_____) = (_____)

c. Langkah 3 : Gunakan rumus Kp

$$K_p = (P_{NH_3})^2 . (P_{CO_2})$$

Kp = (_____)^2 . (_____)

Kp = (_____) atm^3

TUGAS

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut ini!

$$SO_2Cl_2(g) \leftrightarrows SO_2(g) + Cl_2(g)$$

Hitunglah nilai Kc dari reaksi kesetimbangan di atas, jika nilai Kp dari reaksi tersebut pada suhu 298 K adalah 0,03!

LIVEWORKSHEETS

PENILAIAN DIRI

Untuk membantu menilai pemahaman diri, isilah kolom tabel berikut dengan tanda (✓) sesuai dengan apa yang ananda rasakan.

No.	Kemampuan Yang diharapkan	Iya	Tidak
1.	Apakah Ananda dapat menjelaskan perbedaan antara Kc dan Kp?		
2.	Apakah Ananda dapat menuliskan rumus untuk menghitung Kc?		
3.	Apakah Ananda dapat menuliskan rumus untuk menghitung Kp?		
4.	Apakah Ananda dapat menghitung nilai Kc dari data konsentrasi?		
5.	Apakah Ananda dapat menghitung nilai Kp dari data tekanan?		
6.	Apakah Ananda dapat menghubungkan Kc dengan Kp?		

LIVEWORKSHEETS

REFLEKSI

Untuk membantu menilai pemahaman diri, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut sesuai dengan apa yang ananda rasakan.

No.	Pertanyaan Refleksi	Jawaban
1.	Apa yang kamu pahami tentang makna dari tetapan kesetimbangan (K)?	
2.	Bagian mana dari materi tetapan kesetimbangan yang paling kamu kuasai? Mengapa?	
3.	Bagian mana yang masih membingungkan bagimu? Bagaimana kamu mencoba memahaminya?	
4.	Ketika menghitung nilai K dari suatu reaksi dalam LKPD, langkah apa yang kamu lakukan terlebih dahulu?	
5.	Apa tantangan yang kamu alami selama menyelesaikan materi ini?	
6.	Bagaimana kamu mengatasi kesulitan tersebut?	
7.	Apakah kamu menggunakan strategi khusus (misalnya membuat tabel MBS, menuliskan persamaan reaksi) saat menyelesaikan soal? Jelaskan.	
8.	Jika diberi soal tetapan kesetimbangan lain, apa yang akan kamu lakukan dengan lebih baik atau berbeda?	

LIVEWORKSHEETS