

**Nama Kelompok:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

# Lembar Kerja Siswa 3

**Mata Pelajaran** : Kimia  
**Kelas/Semester** : XI IPA<sub>5</sub>/1  
**Alokasi Waktu** : 2 x 45 menit  
**Materi Pokok** : Keseimbangan Kimia

## Standar Kompetensi

Memahami kinetika reaksi, keseimbangan kimia, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan industri.

## Kompetensi Dasar

Menjelaskan keseimbangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah keseimbangan dengan melakukan percobaan.

## Indikator

1. Menjelaskan tentang tetapan keseimbangan.
2. Menafsirkan data percobaan mengenai konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi pada keadaan setimbang untuk menentukan tetapan keseimbangan
3. Menghitung harga  $K_c$  berdasarkan konsentrasi zat dalam keseimbangan
4. Menghitung harga  $K_p$  berdasarkan tekanan parsial gas pereaksi dan hasil reaksi pada keadaan setimbang
5. Menghitung harga  $K_c$  berdasarkan  $K_p$  atau sebaliknya.
6. Menjelaskan hubungan tetapan keseimbangan dengan kecenderungan arah reaksi keseimbangan.
7. Menjelaskan hubungan kuosien reaksi ( $Q$ ) dengan  $K_c$  untuk meramalkan arah keseimbangan

**Indikator KPS**

1. Mengamati dengan menggunakan panca indera(penglihatan) tabel data hasil percobaan untuk konsentrasi zat-zat pada saat setimbang
2. Mencari harga perbandingan tetap dari konsentrasi-konsentrasi dalam kesetimbangan
3. Menafsirkan hubungan antara konsentrasi zat pada saat setimbang dengan perbandingan konsentrasi-konsentrasi zat saat setimbang
4. Menbandingkan data hasil perhitungan untuk perbandingan konsentrasi-konsentrasi zat pada saat setimbang
5. Mengelompokan hasil perbandingan konsentrasi zat –zat dalam reaksi kesetimbangan untuk menentukan tetapan kesetimbangan
6. Menyimpulkan tetapan kesetimbangan dari reaksi kesetimbangan.
7. Menghitung harga  $K_c$  berdasarkan konsentrasi zat dalam kesetimbangan
8. Menghitung harga  $K_p$  berdasarkan tekanan parsial gas pereaksi dan hasil reaksi pada keadaan setimbang
9. Menghitung harga  $K_c$  berdasarkan  $K_p$  atau sebaliknya
10. Menghubungkan makna ketetapan kesetimbangan dalam reaksi kesetimbangan
11. Menyimpulkan hubungan tetapan kesetimbangan dengan kecenderungan arah reaksi kesetimbangan
12. Menyimpulkan hubungan kuosien reaksi ( $Q_c$ ) dengan  $K_c$  untuk meramalkan arah kesetimbangan

**INTRUKSI :**

1. Setiap siswa harus membaca LKS ini dengan seksama
2. Diskusikan setiap pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam LKS ini melalui diskusi dengan sesama anggota kelompok
3. Jika ada pertanyaan atau hal yang tidak dimengerti mintalah bantuan guru untuk menjelaskannya.

# EKSPLORASI

Tabel 1.

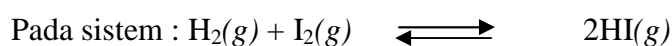
Data Percobaan Pembentukan HI

Waktu (detik)	Sisa $[H_2] \times 10^{-3}$ (mol/L)	Sisa $[I_2] \times 10^{-3}$ (mol/L)	[HI] yang terbentuk (mol/L)
0	1,875	1,875	0
20	1,615	1,615	0,52
40	1,365	1,365	1,02
60	0,99	0,99	1,77
80	0,755	0,755	2,24
100	0,542	0,542	2,66
110	0,412	0,412	2,926
120	0,412	0,412	2,926
140	0,412	0,412	2,926

“Dalam reaksi kesetimbangan, seiring bertambahnya waktu konsentrasi reaktan dan produk sudah tidak berubah lagi. Hal tersebut karena reaksi kesetimbangan mempunyai harga yang tetap yang disebut tetapan kesetimbangan. Lalu, bagaimana mencari perumusan harga tetapan kesetimbangan tersebut?”

Tabel 2.

Data Susunan Kesetimbangan Reaksi Antara Gas Hidrogen dan Gas Iodin  
Membentuk Asam Iodida



T = 445°C, V = 0,8 L

Per-coba an	Jumlah Mol x 10 <sup>-3</sup> (Awal)			Konsentrasi awal M x 10 <sup>-3</sup>			Jumlah mol x 10 <sup>-3</sup> pada saat setimbang			Konsentrasi saat setimbang, M x 10 <sup>-3</sup>		
	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI	[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]
1	1,5	1,5	-	1,875	1,875	-	0,33	0,33	2,34	0,412	0,412	2,92
2	-	-	1,5	-	-	1,875	0,165	0,165	1,17	0,206	0,206	1,46
3	1,5	1,5	1,5	1,875	1,875	1,875	0,495	0,495	3,51	0,619	0,619	4,39

# EKSPLANASI

Berdasarkan data percobaan pada tabel 1, buatlah grafik perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi menuju keadaan setimbang untuk reaksi



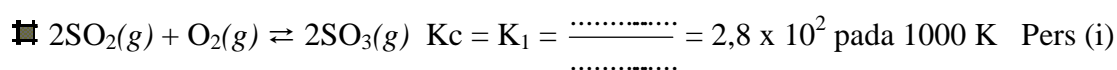
**Mencari harga perbandingan tetap dari konsentrasi-konsentrasi dalam kesetimbangan pada tabel 2:**

Perc	Coba 1: $[HI]/[H_2][I_2]$	Coba 2: $2x[HI]/[H_2][I_2]$	Coba 3: $[HI]^2/[H_2][I_2]$
1			
2			
3			

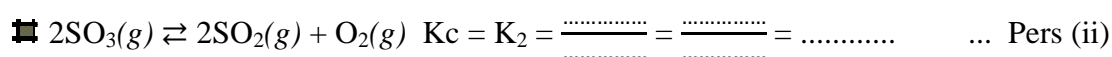
1. Perhitungan yang menghasilkan harga yang tetap/konstan adalah coba ke- ....
2. Apakah hasil persamaan yang menghasilkan harga konstan dipengaruhi oleh koefisien reaksi?.....
3. Dalam perhitungan, koefisien reaksi digunakan sebagai.....
4. Jika persamaan itu disebut sebagai tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ), maka yang dimaksud dengan tetapan kesetimbangan adalah  
.....  
.....
5. Persamaan harga  $K_c$  dari reaksi tersebut adalah.....

### Hubungan Persamaan Tetapan Kesetimbangan

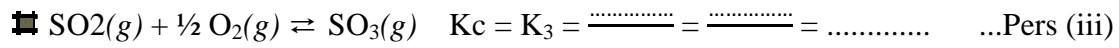
Perhatikan reaksi antara  $SO_2$  dan  $O_2$  membentuk  $SO_3$ . Tentukan persamaan tetapan kesetimbangannya yang dapat dituliskan sebagai  $K_1$ !



Lalu bagaimana harga tetapan kesetimbangan, jika reaksinya merupakan reaksi kebalikan dari reaksi pada persamaan 1?

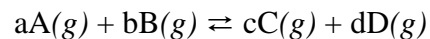


Selanjutnya, bagaimana harga tetapan kesetimbangan, jika reaksinya merupakan setengah dari reaksi p-ada persamaan 1?



## Tetapan Kesetimbangan Tekanan (K<sub>p</sub>)

Kesetimbangan reaksi yang melibatkan gas :

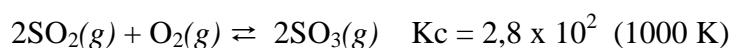


Tetapan kesetimbangan dalam sistem gas (K<sub>p</sub>) dinyatakan bahwa tekanan dapat menggantikan konsentrasi molar melalui persamaan gas ideal, dimana

**koncentrasi = n/V**. Dari persamaan gas ideal  $\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$ .

### Bagaimana hubungan K<sub>p</sub> dan K<sub>c</sub>?

Misalkan suatu reaksi



$$K_c = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \quad \text{maka } K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \quad \dots\dots\dots \text{Pers (1)}$$

Sesuai dengan hukum gas ideal,  $PV = nRT$

$$P\text{SO}_3 = \frac{n\text{SO}_3}{V} \times RT = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers(2)}$$

$$P\text{SO}_2 = \frac{n\text{SO}_2}{V} \times RT = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers(3)}$$

$$P\text{O}_2 = \frac{n\text{O}_2}{V} \times RT = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers(4)}$$

Substitusi persamaan 2, 3 dan 4 ke persamaan 1

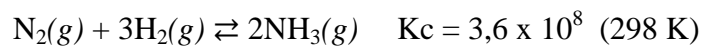
$$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \times \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$K_p = \dots\dots\dots \times \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$K_p = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} = (\dots\dots)(\dots\dots)\dots\dots$$

Lalu bagaimana harga  $K_p$  untuk reaksi dibawah ini!



$$K_c = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \quad \text{maka } K_p = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots} \quad \dots\dots\dots \text{Pers (1)}$$

Sesuai dengan hukum gas ideal,  $PV = nRT$

$$P_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{V} \times RT = \dots\dots \times \dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers (2)}$$

$$P_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{V} \times RT = \dots\dots \times \dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers (3)}$$

$$P_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{V} \times RT = \dots\dots \times \dots\dots \quad \dots\dots\dots \text{Pers (4)}$$

Substitusi persamaan 2, 3 dan 4 ke persamaan 1

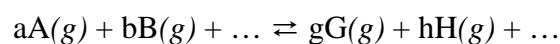
$$K_p = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$K_p = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots\dots\dots\dots} \times \frac{\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$K_p = \dots\dots\dots \times \frac{\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$K_p = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} = (\dots\dots)(\dots\dots)\dots\dots$$

Jika penurunan yang sama dilakukan terhadap reaksi umum:



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

Dimana  $\Delta n$  adalah selisih koefisien stoikiometri dari *gas hasil reaksi* dan *gas pereaksi*

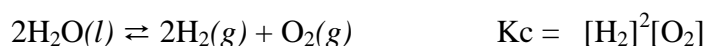
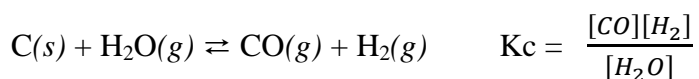
yaitu  $\Delta n = (g+h+\dots) - (a+b+\dots)$  dalam persamaan diatas kita lihat bahwa  $\Delta n =$

.....

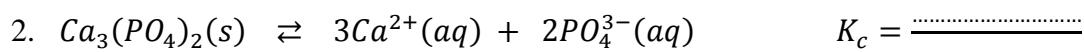
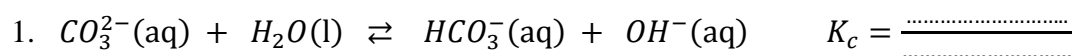
Dari hubungan diatas tentukan persamaan Kp untuk tiap reaksi berikut :

Reaksi	Persamaan tetapan kesetimbangan Kp
$N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3}$
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$
$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$
$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$	$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$
$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$	$K_p = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$

### Tetapan Kesetimbangan yang Melibatkan Cairan atau Padatan Murni (Kesetimbangan Heterogen)



Perhatikan kedua reaksi diatas! Bagaimanakah harga tetapan kesetimbangan kedua reaksi diatas? Dari harga tetapan kesetimbangan diatas dapat disimpulkan bahwa dalam reaksi kesetimbangan heterogen **fase.....dan fase.....tidak diperhitungkan**. Hal ini karena persamaan kesetimbangan hanya mengandung komponen yang konsentrasi dan tekanannya berubah selama reaksi berlangsung. Pada reaksi berikut :





## Arti Nilai Tetapan Kesetimbangan

### Reaksi 1

	$\text{H}_2(g)$	+	$\text{I}_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2\text{HI}(g)$	$K_c = 50,2$
Mula – mula	1,875 M		1,875 M		0 M	
Bereaksi	-1,463 M		-1,463 M		+2,926 M	
Setimbang	0,412 M		0,412 M		2,926 M	

### Reaksi 2

	$\text{SO}_2(g)$	+	$\frac{1}{2}\text{O}_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_3(g)$	$K_c = 1,84$
Mula – mula	0,5 M		0,3 M		0 M	
Bereaksi	-0,147 M		-0,147 M		+0,147 M	
Setimbang	0,353 M		0,2265 M		0,147 M	

Pada reaksi 1, saat setimbang diperoleh konsentrasi produk ..... konsentrasi reaktan, hal ini menunjukkan bahwa reaksi banyak berlangsung kearah ..... membentuk senyawa .....

Pada reaksi 2, saat setimbang diperoleh konsentrasi produk ..... konsentrasi reaktan, hal ini menunjukkan bahwa reaksi banyak berlangsung kearah ..... membentuk senyawa .....

Dari harga  $K_c$  yang diperoleh pada reaksi di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar harga  $K_c$  hal ini menunjukkan reaksi banyak berlangsung kearah..... Sebaliknya harga  $K_c$  yang sangat kecil menunjukkan bahwa reaksi ke.....

## Meramalkan Arah dan Besarnya Reaksi

Pada setiap saat selama berlangsungnya reaksi kecuali pada saat setimbang dapat dirumuskan nisbah konsentrasi-konsentrasi yang disebut kuosien reaksi

$$Q = \frac{[G]^g [H]^h \dots}{[A]^a [B]^b \dots}$$

Apabila nilai yang disubstitusikan kedalam kuosien reaksi Q merupakan konsentrasi-konsentrasi dalam **keadaan setimbang**, maka Q akan sama dengan K.

### Contoh :

Kc = 50,2 pada 445°C ; V=0,8L

	H <sub>2</sub> (g)	+	I <sub>2</sub> (g)	⇌	2HI(g)
Mula-mula	1,875 M		1,875 M		0 M
Reaksi	-1 M		-1 M		+2 M
Akhir reaksi	0,875 M		0,875 M		2 M

Berdasarkan tabel 2, Apakah keadaan di atas sudah setimbang?.....

Jika belum, untuk mencapai keadaan setimbang ke arah mana reaksi bersih akan berlangsung?.....

Harga Qc bila nilai yang disubstitusikan yaitu konsentrasi ketiga zat pada akhir reaksi adalah :

$$Q_c = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

Dari hasil yang didapat, harga Qc (< / >) Kc. Sehingga, agar kesetimbangan tercapai sejumlah.....( H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> / HI ) harus terbentuk. Reaksi bersih terjadi ke arah....(kanan/kiri). Dengan meningkatnya [HI], maka [H<sub>2</sub>] dan [I<sub>2</sub>] menurun. Harga Q meningkat pula sampai nilainya sama dengan Kc. Berarti reaksi bersih berlangsung dari.....ke.....  
jika Q < Kc.

$K_c = 50,2$  pada  $445^\circ\text{C}$  ;  $V = 0,8\text{L}$

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{HI}(\text{g})$
Mula-mula	0,4125 M		0,4125 M		2,92 M
Penambahan	0 M		0 M		1 M
Total	0,4125 M		0,4125 M		3,92 M

Berdasarkan tabel 2, jika 1M HI ditambahkan apakah keadaan di atas berada pada keadaan setimbang?.....

Untuk mencapai keadaan setimbang ke arah mana reaksi bersih akan berlangsung?.....

Harga  $Q_c$  bila nilai yang disubstitusikan yaitu konsentrasi  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  dan HI yang telah ditambah adalah :

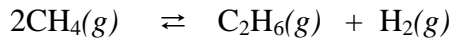
$$Q_c = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

Dari hasil yang didapat  $Q_c$  ( $< / >$ )  $K_c$ , agar kesetimbangan tercapai sejumlah..... ( $\text{H}_2$  dan  $\text{I}_2$  / HI ) harus terbentuk. Reaksi bersih terjadi ke arah....(kanan/kiri). Dengan cara ini  $[\text{H}_2]$  dan  $[\text{I}_2]$  meningkat, maka  $[\text{HI}]$  menurun. Akhirnya  $Q$  sama dengan  $K_c$ . Berarti reaksi bersih berlangsung dari.....ke..... jika  $Q > K_c$ .

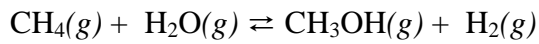
Konsentrasi awal $\text{M} \times 10^{-3}$			Kuosien reaksi awal $Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$	Perbandingan Dari $Q$ dan $K_c$	Arah reaksi
$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$			
1,88	1,88	0	$Q = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$		
0	0	1,88	$Q = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$		
1,88	1,88	1,88	$Q = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$		

# Elaborasi

1. Diketahui pada suhu yang sama,

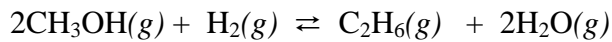


$$K_c = 9,5 \times 10^{-13}$$



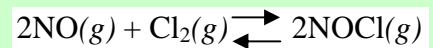
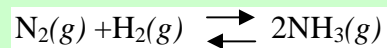
$$K_c = 2,8 \times 10^{-31}$$

Tentukan  $K_c$  dari :



$$K_c = \dots\dots\dots$$

2. Hitung  $K_c$  dan  $K_p$  untuk reaksi-reaksi berikut. Diketahui  $R = 0,08206 \text{ l atm / mol K}$



$K_c$

$$K_c = 6,0 \times 10^{-2} \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2} \\ (T = 500^\circ\text{C})$$

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n_{\text{gas}}}} = \dots\dots\dots$$

$\Delta n$

$$\Delta n = (n \text{ NH}_3) - (n \text{ N}_2 + n \text{ H}_2) \\ = \dots\dots\dots$$

$$\Delta n = \dots\dots\dots \\ = \dots\dots\dots$$

$K_p$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n_{\text{gas}}} \\ = \dots\dots\dots$$

$$K_p = 1,9 \times 10^3 \text{ L}^2 \text{ atm}^{-1} \\ (T = 25^\circ\text{C})$$

3. Untuk reaksi  $\text{N}_2\text{O}_3(g) \rightleftharpoons \text{NO}(g) + \text{NO}_2(g)$ , pada suhu  $T$  suatu campuran disiapkan dengan konsentrasi awal  $\text{NO}$  dan  $\text{NO}_2$  berturut-turut  $0,40 \text{ M}$  dan  $0,60 \text{ M}$ . Pada saat kesetimbangan tercapai, konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_3$  diukur sebesar  $0,13 \text{ M}$ .
- a. Hitung nilai  $K_c$  reaksi!

.....

.....

.....

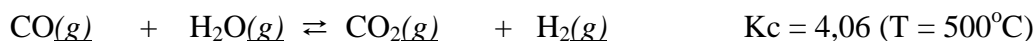
- b. Berapa pula nilai  $K_p$  reaksi tersebut? Diketahui  $R = 0,08206 \text{ L atm/mol K}$

.....

- .....
4. Berdasarkan nilai Kc-nya, tentukan posisi kesetimbangan dari reaksi berikut.

Reaksi	Nilai Kc	Arah pergeseran Kesetimbangan
$2\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$	$K_c = 1,1 \times 10^{-81} \text{ mol/L}$ (T = 25°C)	Arah kesetimbangan di kiri.
$\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$	$K_c = 5,0 \times 10^{-13}$ (T = 700 K)	..... ..... .....
$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$	$K_c = 6,0 \times 10^{-2} \text{ L}^2/\text{mol}^2$ (T = 500°C)	..... ..... .....
$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{SO}_3(g)$	$K_c = 7,0 \times 10^{25} \text{ L/mol}$ (T = 298K)	..... ..... .....

5. Suatu percobaan dilakukan di laboratorium untuk mempelajari reaksi dapat balik berikut :



- a. Tulis persamaan kuation reaksi Q untuk reaksi di atas!

.....

.....

- b. Simak keempat set data percobaan pada tabel berikut. Hitung kuation reaksi Q masing-masing dan tentukan apakah reaksi sudah setimbang atau belum. Jika belum, apakah reaksi akan berlangsung ke kanan atau ke kiri untuk mencapai kesetimbangan?

Set Data	Konsentrasi zat				Kuation reaksi, Q
	[CO]	[H <sub>2</sub> O]	[CO <sub>2</sub> ]	[H <sub>2</sub> ]	
I	0,02	0,012	0,32	0,50	$Q = \frac{0,50M \times 0,32M}{0,02M \times 0,012M} = 667$ <p>* Karena <math>Q &gt; 4,06</math> maka reaksi belum setimbang dan akan berlangsung ke kiri</p>
II	0,01	0,01	0,01	0,04	
III	0,10	0,05	0,08	0,20	
IV	0,07	0,50	0,03	0,10	

good luck