

## Lampiran 01

### TES HASIL BELAJAR

Materi Pelajaran : Kimia

Waktu: 90 menit

Pokok Bahasan : Keseimbangan Kimia

Kelas/Semester : XI/Ganjil

---

#### Petunjuk Mengerjakan Soal

1. Kerjakan soal-soal berikut pada lembar jawaban yang telah disediakan dan tidak diperkenankan mencorat-coret lembar soal ini!
2. Soal terdiri atas 13 butir soal objektif dan 3 butir soal uraian.
3. Untuk soal objektif, bacalah setiap pertanyaan dengan hati-hati, kemudian pilih dan jawab yang paling tepat!
4. Untuk soal uraian, bacalah setiap pertanyaan dengan hati-hati!
5. Jawablah terlebih dahulu soal-soal yang Anda anggap mudah!

#### **A. Pilihan Ganda**

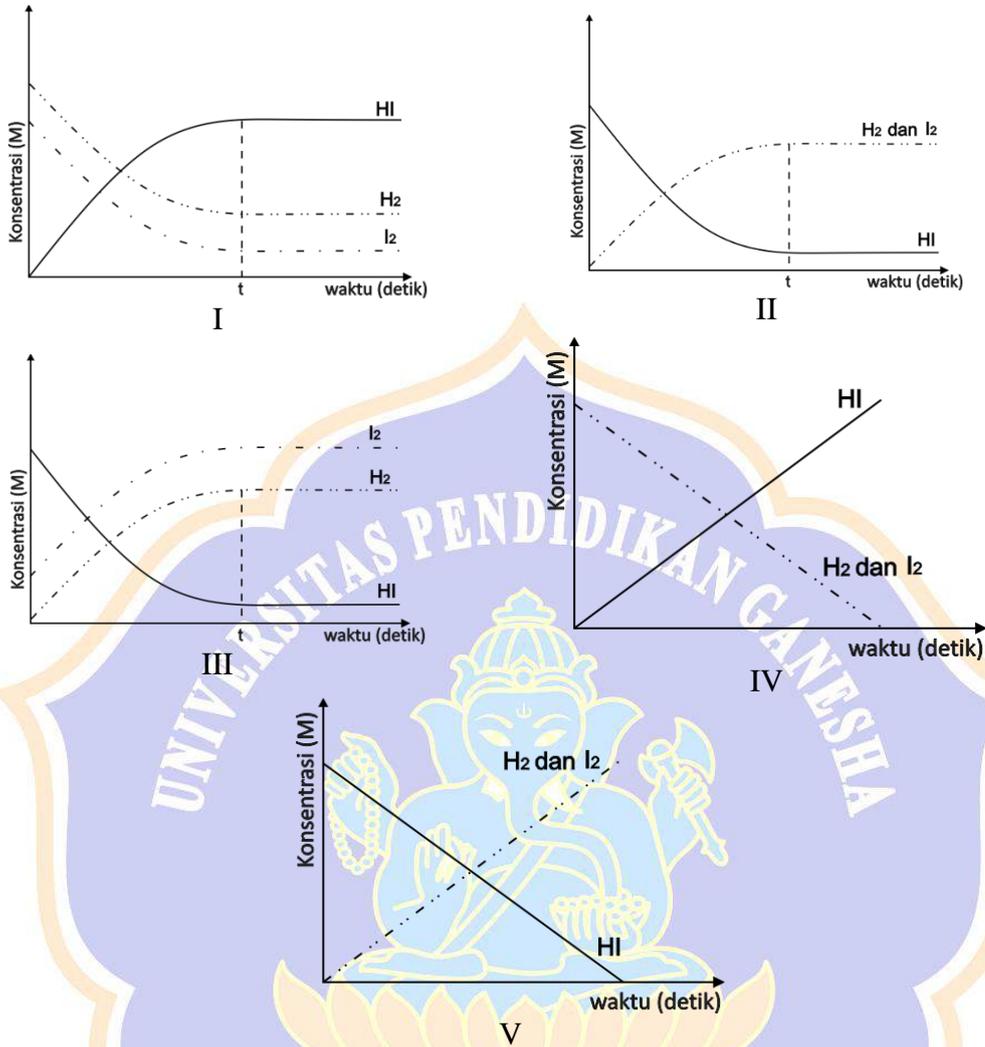
1. Perhatikan pernyataan berikut!
  - I. Reaksi penguraian gas  $N_2O_4$  menjadi gas  $NO_2$  menyebabkan warna yang teramati cokelat. Ketika ditambahkan gas  $N_2O_4$  intensitas warna cokelat meningkat. Ketika gas  $N_2O_4$  dikurangi intensitas warna cokelat menurun.
  - II. Reaksi antara besi dan oksigen akan menghasilkan besi oksida yang berwarna merah. Ketika ditambahkan oksigen, intensitas warna merah yang teramati sama
  - III. Reaksi antara ion  $Fe^{3+}$  dan ion  $SCN^-$  menjadi ion  $Fe[SCN]^{2+}$  menghasilkan warna merah. Ketika ditambahkan  $Fe(NO_3)_3$  atau  $KSCN$ , intensitas warna merah meningkat. Dan ketika ditambahkan dengan  $Na_2HPO_4$  yang mengikat ion  $SCN^-$ , sehingga intensitas warna merah menurun.
  - IV. Pembakaran bensin oleh oksigen menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Namun uap air tidak dapat bereaksi menghasilkan bensin kembali.

Pernyataan diatas yang melibatkan reaksi kesetimbangan secara kualitatif ditunjukkan oleh nomor...

- |               |               |
|---------------|---------------|
| A. I dan II   | D. II dan IV  |
| B. I dan III  | E. III dan IV |
| C. II dan III |               |
- Alasannya.....

**lanjutan**

2. Perhatikan grafik hubungan konsentrasi gas  $H_2$ ,  $I_2$ , dan  $HI$  terhadap waktu dari reaksi pembentukan gas  $HI$  berikut!



Grafik yang menunjukkan hubungan konsentrasi gas-gas yang bereaksi terhadap waktu dari reaksi kesetimbangan pembentukan gas  $HI$  dari gas  $H_2$  dan  $I_2$  pada suhu  $150^\circ C$  adalah...

- A. I  
 B. II  
 C. III  
 D. IV  
 E. V

Alasannya.....

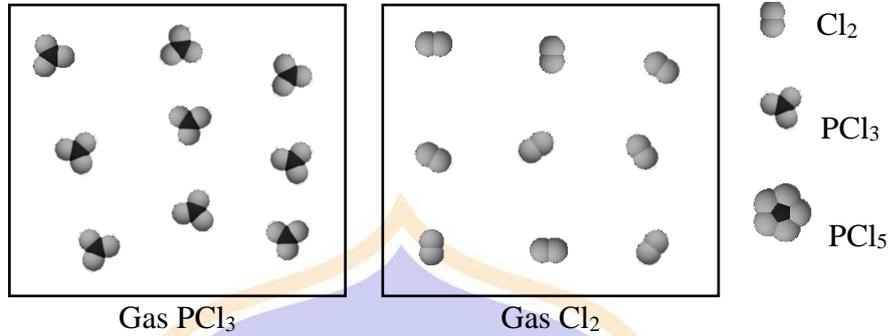
3. Perhatikan pernyataan berikut!
- I. Reaksi yang berlangsung bolak-balik secara terus menerus.
  - II. Laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri.
  - III. Reaksi berhenti karena tidak terjadi perubahan secara makroskopis.
  - IV. Komposisi konsentrasi zat-zat (produk dan reaktan) dalam kesetimbangan adalah tertentu.
  - V. Perubahan terjadi secara makroskopis, tetapi tidak terjadi secara mikroskopis.
- Kombinasi pernyataan yang membangun definisi kesetimbangan kimia ditunjukkan oleh nomor...
- A. I, II, dan III  
 B. I, II, dan IV  
 C. II, III, dan IV  
 D. II, III, dan V

**lanjutan**

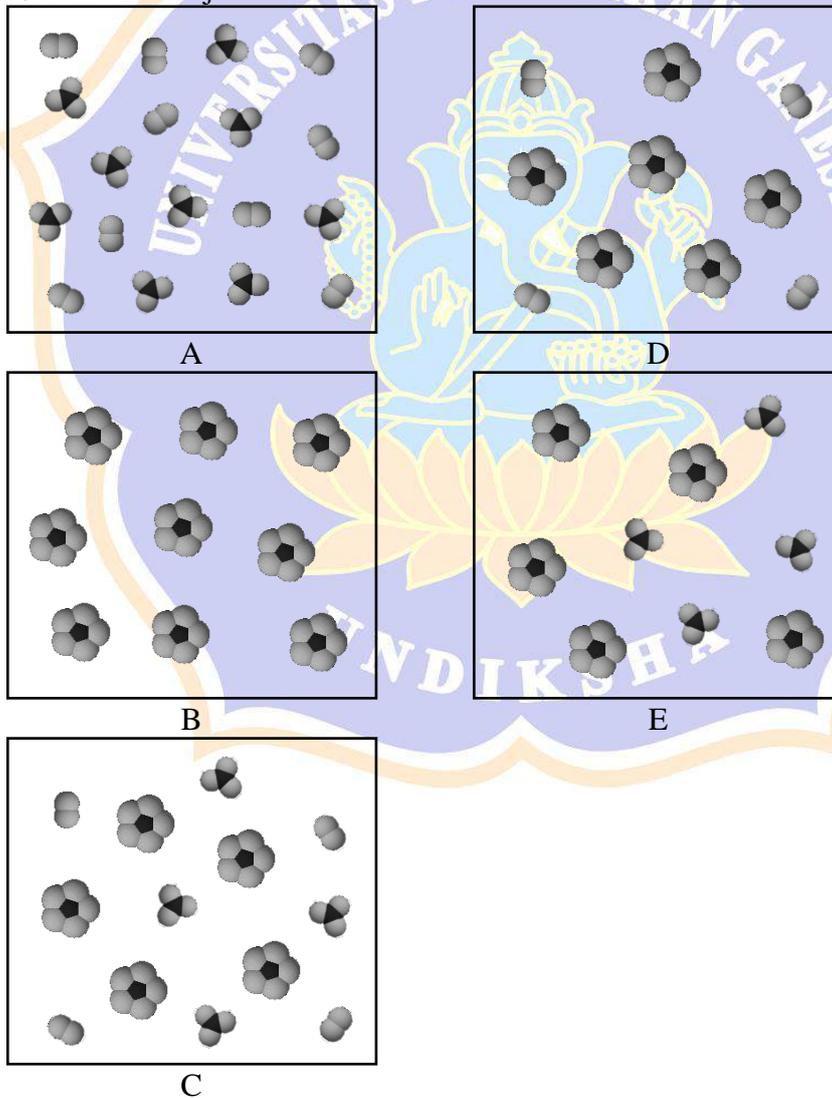
E. III, IV, dan V

Alasannya.....

4. Reaksi antara gas  $\text{PCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$  pada suhu kamar dan ruang tertutup menghasilkan gas  $\text{PCl}_5$  dan mencapai kesetimbangan pada waktu tertentu. Jika jumlah partikel mula-mula dari gas  $\text{PCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$  yang direaksikan adalah sebagai berikut.



Gambar yang menunjukkan keadaan partikel pada saat setimbang dari reaksi antara gas  $\text{PCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$  ditunjukkan oleh...

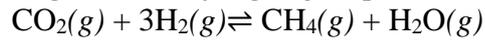


Alasannya.....



lanjutan

9. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut yang terjadi pada suhu 686°C!

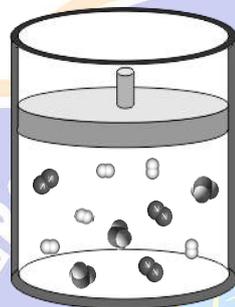
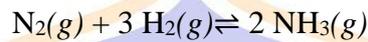


Jika pada suhu tetap, volume sistem diperkecil maka...

- A. Kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan  $\text{CH}_4$  dan harga K tetap
- B. Kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan  $\text{CH}_4$  dan harga K semakin kecil
- C. Kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan  $\text{CH}_4$  dan harga K semakin besar
- D. Kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan  $\text{CO}_2$  dan harga semakin kecil
- E. Kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan  $\text{CO}_2$  dan harga semakin besar

Alasannya.....

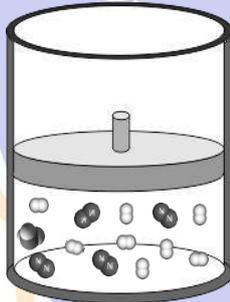
10. Berikut adalah keadaan partikel-partikel dari reaksi pembuatan gas ammonia dari gas hidrogen dan nitrogen saat setimbang pada sistem tertutup.



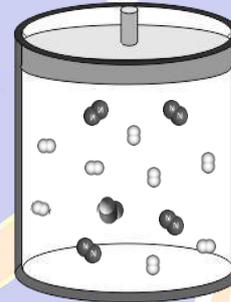
- gas  $\text{H}_2$
- gas  $\text{N}_2$
- gas  $\text{NH}_3$

Berikut ini gambar partikulat yang akan terjadi sesuai dengan asas Le Chatelier adalah...

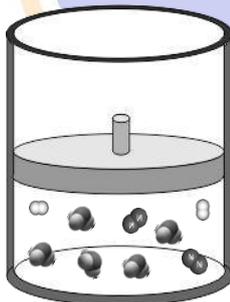
A.



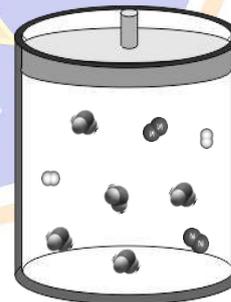
D.



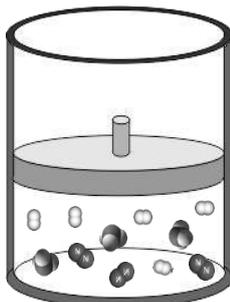
B.



E.



C.



Alasannya.....

lanjutan

11. Perhatikan reaksi berikut!

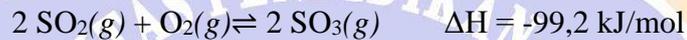
- I.  $\text{N}_2\text{O}(g) + \text{NO}_2(g) \rightleftharpoons 3\text{NO}(g)$  menyerap kalor sebanyak 153,7 kJ/mol
- II.  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$  melepas kalor sebanyak 92,6 kJ/mol
- III.  $4\text{HCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(g) + 2\text{Cl}_2(g)$  melepas kalor sebanyak 1.471 kJ/mol
- IV.  $2\text{NOCl}(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g) + \text{Cl}_2(g)$  menyerap kalor sebanyak 77,07 kJ/mol
- V.  $\text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(g)$  menyerap kalor sebanyak 77,07 kJ/mol

Reaksi manakah yang menghasilkan produk lebih banyak ketika suhu ditingkatkan...

- A. I, II, dan III
- B. I, II, dan IV
- C. I, IV, dan V
- D. II, III, dan V
- E. III, IV, dan V

Alasannya.....

12. Gas sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ) merupakan zat penting dalam industri pembuatan asam sulfat melalui proses kontak. Gas ini dapat dihasilkan dari reaksi antara gas  $\text{SO}_2$  dan gas oksigen di dalam wadah tertutup.



Perlakuan berikut yang mempercepat reaksi tetapi tidak mengubah posisi kesetimbangan adalah...

- A. Mengalirkan gas  $\text{SO}_2$  ke dalam wadah reaksi
- B. Meningkatkan suhu reaksi
- C. Mengurangi tekanan
- D. Meningkatkan volume wadah
- E. Menambahkan senyawa  $\text{V}_2\text{O}_5$  sebagai katalis

Alasannya.....

13. Perhatikan beberapa reaksi berikut!

- I. Kesetimbangan pada penguraian padatan kalsium hidroksiapatit menjadi ion kalsium, ion fosfat, dan ion hidroksi yang terjadi di mulut pada suhu kamar.
- II. Kesetimbangan pada pembentukan gas ammonia dari gas nitrogen dan gas hidrogen pada suhu  $375^\circ\text{C}$
- III. Kesetimbangan pada pelarutan padatan  $\text{BaSO}_4$  yang terionisasi sebagian menjadi ion  $\text{Ba}^{2+}$  dan ion  $\text{SO}_4^{2-}$  pada suhu kamar.
- IV. Kesetimbangan pada reaksi antara ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan ion  $\text{SCN}^-$  menjadi ion kompleks  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  pada suhu kamar.
- V. Kesetimbangan kimia pada penguraian gas  $\text{NOCl}$  menjadi gas  $\text{NO}$  dan gas  $\text{Cl}_2$  pada suhu  $240^\circ\text{C}$

Sistem kesetimbangan kimia yang dapat digolongkan kedalam sistem kesetimbangan kimia homogen ditunjukkan oleh nomor ...

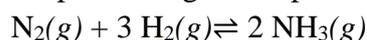
- A. I, II, dan III
- B. I, II, dan IV
- C. II, III, dan IV
- D. II, IV, dan V
- E. III, IV, dan V

Alasannya.....

## lanjutan

### B. Uraian

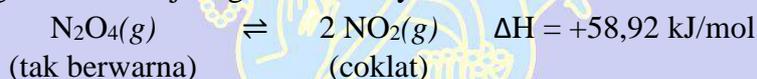
1. Rancanglah sebuah percobaan untuk membuktikan hipotesis “Dalam Kesetimbangan Kimia terjadi reaksi bolak-balik”, yang meliputi :
  - a. Variabel percobaan (variabel bebas, terikat, dan kontrol)
  - b. Alat dan bahan yang diperlukan
  - c. Langkah kerja
  - d. Rancangan tabel pencatatan hasil percobaan
2. Seseorang telah mengukur konsentrasi gas  $N_2$ , gas  $H_2$ , dan gas  $NH_3$  saat setimbang dari reaksi pembentukan gas ammonia pada ruang tertutup bersuhu  $727^\circ C$ .



Perlakuan	Konsentrasi gas saatsetimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$
	$[N_2] M$	$[H_2] M$	$[NH_3] M$		
I	1,25	1,50	0,10		
II	1,50	1,25	$8,34 \cdot 10^{-2}$		
III	0,5	0,65	$1,81 \cdot 10^{-2}$		
IV	1,42	1,15	$7,20 \cdot 10^{-2}$		

Dari tabel tersebut,

- a. Lengkapi kolom kosong pada tabel di atas!
  - b. Nilai konstan/sistematis dari perhitungan pada tabel di atas dapat dijadikan sebagai dasar untuk merumuskan hukum kesetimbangan kimia. Tuliskan bunyi Hukum Kesetimbangan Kimia!
  - c. Tuliskan rumusan Kc dan nilai Kc pada suhu  $727^\circ C$  dari reaksi tersebut!
  - d. Tentukan nilai Kp dari reaksi tersebut pada suhu  $727^\circ C$ !
3. Penguraian gas  $N_2O_4$  menjadi gas  $NO_2$  menyebabkan warna wadah menjadi coklat.



Ketika sistem diberikan perlakuan dari luar maka kesetimbangan akan mengalami pergeseran kearah tertentu untuk mempertahankan kesetimbangan. Bagaimanakah hubungan pergeseran kesetimbangan perubahan intensitas warna coklat sistem kesetimbangan ketika.

- a. Konsentrasi gas  $N_2O_4$  ditambah dan beri penjelasannya!
- b. Volume diperbesar dan beri penjelasannya!
- c. Suhu ditingkatkan dan beri penjelasannya!
- d. Tuliskan bunyi Asas Le Chatelier! Dari pernyataan dan jawaban point a-c, perlakuan mana saja yang sesuai dengan Asas Le Chatelier?

Lampiran 02a

Data Uji Validitas dan Realibilitas Soal Pilihan Ganda

Responden	Nomor Soal													Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10
4	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	9
5	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8
6	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
7	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	8
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
9	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8
10	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	8
11	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8
12	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	8
13	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	8
14	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	8
15	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	7
17	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	7
18	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	7
19	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	7
20	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
21	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	7
22	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
23	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7
24	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	6
25	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	6
26	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	6
27	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6
28	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6
29	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6
30	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
31	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
32	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6
33	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6
34	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	5
35	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5
36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	5
37	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	5

## Lanjutan

Responden	Nomor Soal													Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
38	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	5
39	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	5
40	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	5
41	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4
42	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4
43	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4
44	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	4
45	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4
46	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
47	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
48	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Jumlah	28	13	10	11	35	29	33	22	20	21	31	25	33	311
Mt														6.22
Jumlah S														50
Benar	28	13	10	11	35	29	33	22	20	21	31	25	33	
Skor T														311
Mp	6.79	7.46	7.50	7.82	7.00	6.79	6.70	6.73	7.15	7.48	6.74	6.88	6.82	
Mt														6.22
SD														2.17
P	0.56	0.26	0.2	0.22	0.70	0.58	0.66	0.44	0.40	0.42	0.62	0.50	0.66	
Q	0.44	0.74	0.8	0.78	0.30	0.42	0.34	0.56	0.60	0.58	0.38	0.50	0.34	
akar P/Q	1.13	0.59	0.5	0.53	1.53	1.18	1.39	0.89	0.82	0.85	1.28	1.00	1.39	
(Mp-Mt)/SD	0.26	0.57	0.59	0.74	0.36	0.26	0.22	0.23	0.43	0.58	0.24	0.30	0.28	
rhitung	0.29	0.34	0.30	0.39	0.55	0.31	0.31	0.21	0.35	0.49	0.31	0.30	0.38	
rtabel														0.27
Keterangan	V	V	V	V	V	V	V	TV	V	V	V	V	V	

Lampiran 02 b

Data Uji Daya Beda dan Tingkat Kesukaran Tes Pilihan Ganda

Kelompok Atas														
Responden	Nomor Soal													Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10
4	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	9
5	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8
6	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
7	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	8
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
9	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8
10	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	8
11	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8
12	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	8
13	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	8
14	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	8
15	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	7
17	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	7
18	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	7
19	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	7
20	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
21	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	7
22	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
23	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7
24	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	6
25	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	6
Jumlah	17	9	9	9	22	18	20	13	14	16	17	14	19	197
Kelompok Bawah														
Responden	Nomor Soal													Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
26	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	6
27	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6
28	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6
29	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6
30	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
31	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
32	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6
33	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6

## Lanjutan

Responden	Nomor Soal													Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
34	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	5
35	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5
36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	5
37	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	5
38	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	5
39	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	5
40	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	5
41	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4
42	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4
43	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4
44	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	4
45	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4
46	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
47	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
48	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Jumlah	11	4	1	2	13	11	13	9	6	5	14	11	14	114

Jumlah S	50													
Benar	28	13	10	11	35	29	33	22	20	21	31	25	33	
Skor T	311													
Mp	6.7 9	7.4 6	7.5 0	7.8 2	7.0 0	6.7 9	6.7 0	6.7 3	7.1 5	7.4 8	6.7 4	6.8 8	6.8 2	
Mt	6.22													
SD	2.17													
P	0.5 6	0.2 6	0.2 0	0.2 2	0.7 0	0.5 8	0.6 6	0.4 4	0.4 0	0.4 2	0.6 2	0.5 0	0.6 6	
Q	0.4 4	0.7 4	0.8 0	0.7 8	0.3 0	0.4 2	0.3 4	0.5 6	0.6 0	0.5 8	0.3 8	0.5 0	0.3 4	
akar P/Q	1.1 3	0.5 9	0.5 0	0.5 3	1.5 3	1.1 8	1.3 9	0.8 9	0.8 2	0.8 5	1.2 8	1.0 0	1.3 9	
(Mp-Mt)/SD	0.2 6	0.5 7	0.5 9	0.7 4	0.3 6	0.2 6	0.2 2	0.2 4	0.4 3	0.5 8	0.2 4	0.3 0	0.2 8	
rhitung	0.3 0	0.3 4	0.2 9	0.3 9	0.5 5	0.3 1	0.3 1	0.2 1	0.3 5	0.4 9	0.3 1	0.3 0	0.3 9	
rtabel	0.27													
Keterangan	V	V	V	V	V	V	V	TV	V	V	V	V	V	
No Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
IKB	0.5 6	0.2 6	0.2 0	0.2 2	0.7 0	0.5 8	0.6 6	0.4 4	0.4 0	0.4 2	0.6 2	0.5 0	0.6 6	
Keterangan	sed	suk	suk	suk	sed									
IDB	0.2 4	0.2 0	0.3 2	0.2 8	0.3 6	0.2 8	0.2 8	0.1 6	0.3 2	0.4 4	0.1 2	0.1 2	0.2 0	
Keterangan	CB	KB	CB	B	KB	KB	CB							



Lampiran 02 c

Data Uji Validitas dan Reliabilitas Soal Uraian

Respon den	Nomor Soal												Y	Y <sup>^</sup> 2
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d		
1	0	3	0	0	4	4	4	4	4	4	0	4	31	961
2	0	0	0	0	4	4	4	0	4	4	4	4	28	784
3	0	0	0	0	4	4	3	0	4	4	4	4	27	729
4	0	0	0	0	4	4	4	1	4	4	3	0	24	576
5	0	2	0	0	3	4	3	0	4	4	4	0	24	576
6	0	0	0	0	4	0	3	0	4	4	3	4	22	484
7	0	0	0	0	2	0	3	0	4	4	4	0	17	289
8	0	3	0	0	4	3	3	0	0	0	3	0	16	256
9	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	4	16	256
10	0	0	0	0	3	0	0	0	4	4	0	4	15	225
11	0	0	0	0	4	4	3	0	0	0	0	4	15	225
12	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	4	0	14	196
13	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	0	4	14	196
14	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	0	4	14	196
15	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	12	144
16	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	4	10	100
17	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	9	81
18	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8	64
19	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8	64
20	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	8	64
21	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7	49
22	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	6	36
23	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5	25
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	16
25	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	16
26	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	16
27	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	16
28	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	16
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	16

## Lanjutan

Respon den	Nomor Soal												Y	Y <sup>2</sup>
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d		
30	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	16
31	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	9
32	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	9
34	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4
35	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
38	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	1	22	1	0	78	55	41	5	57	53	34	50		
Jumlah Total	24				179				194					
Korelasi	-0.12	0.21	-0.02	###	0.77	0.58	0.75	0.45	0.73	0.75	0.65	0.63		
r tabel	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27		
Keterangan	TV	T V	T V	TV	V	V	V	V	V	V	V	V		
Q	0.02	0.90	0.02	0.00	2.74	3.19	2.23	0.34	3.27	3.12	2.06	2.98		
Q <sup>2</sup>	0.00	0.82	0.00	0.00	7.51	10.20	4.98	0.11	10.67	9.73	4.24	8.88		
Jumlah Q <sup>2</sup>	57.14													
(Jumlah Q <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	3265													
R Hitung	1.474													

Lampiran 02 d

Data Uji Daya Beda dan Tingkat Kesukaran Soal Uraian

Kelompok Atas

Responden	Nomor Soal												Y
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	
1	0	3	0	0	4	4	4	4	4	4	0	4	31
2	0	0	0	0	4	4	4	0	4	4	4	4	28
3	0	0	0	0	4	4	3	0	4	4	4	4	27
4	0	0	0	0	4	4	4	1	4	4	3	0	24
5	0	2	0	0	3	4	3	0	4	4	4	0	24
6	0	0	0	0	4	0	3	0	4	4	3	4	22
7	0	0	0	0	2	0	3	0	4	4	4	0	17
8	0	3	0	0	4	3	3	0	0	0	3	0	16
9	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	4	16
10	0	0	0	0	3	0	0	0	4	4	0	4	15
11	0	0	0	0	4	4	3	0	0	0	0	4	15
12	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	4	0	14
13	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	0	4	14
14	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	0	4	14
15	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	12
16	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	4	10
17	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	9
18	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8
19	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	8
21	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7
22	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	6
23	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
25	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Jumlah	0	15	1	0	66	47	41	5	52	52	33	46	

Kelompok Bawah

Responden	Nomor Soal												Y
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	
1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
3	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

## Lanjutan

Responden	Nomor Soal												Y	
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
9	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	1	7	0	0	12	8	0	0	5	1	1	4		

Korelasi	-0.12	0.21	-0.02	#####	0.77	0.58	0.75	0.45	0.73	0.75	0.65	0.63
r tabel	0.27	0.27	0.27	0.3	0.3	0.27	0.27	0.3	0.27	0.27	0.3	0.3
Keterangan	TV	TV	TV	TV	V	V	V	V	V	V	V	V
Nomor Soal	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
IKB	0.02	0.44	0.02	0.00	1.56	1.10	0.82	0.10	1.14	1.06	0.68	1.00
Keterangan	suk	sed	suk	suk	mud	mud	mud	suk	mud	mud	sed	mud
IDB	0.04	0.32	0.04	0.00	2.16	1.56	1.64	0.20	1.88	2.04	1.28	1.68
Keterangan	KB	CB	KB	KB	SB	SB	SB	CB	SB	SB	SB	SB

Sekolah	SMA NEGERI SINGARAJA
Matapelajaran	Kimia
Kelas/Semester	XII/1
Materi Pokok	Keseimbangan Kimia
Alokasi Waktu	3 x Pertemuan (6 x 45 menit)

#### A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

#### B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator
1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, keseimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif	1.1.1 Menyadari adanya keteraturan dalam keseimbangan kimia sebagai wujud kebesaran Tuhan Yang Maha Esa 1.1.2 Menyadari bahwa penerapan pengaruh arah keseimbangan dalam industri sebagai hasil pemikiran manusia adalah wujud kebesaran Tuhan Yang Maha Esa
2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.	2.1.1 Menunjukkan perilaku ilmiah yaitu sikap jujur dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi.
2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.	2.2.1 Menunjukkan perilaku kerjasama dengan kelompok pada saat praktikum dan diskusi. 2.2.2 Menunjukkan perilaku peduli

2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan	lingkungan dengan kelompok pada saat praktikum dan diskusi. 2.3.1 Menunjukkan perilaku hemat dengan kelompok pada saat praktikum dan diskusi.
3.8 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri.	3.8.1 Membedakan reaksi reversibel dan irreversibel 3.8.2 Menjelaskan kesetimbangan dinamis 3.8.3 Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen 3.8.4 Menentukan arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi, tekanan, volume dan suhu berdasarkan asas Le Chatelier 3.8.5 Menganalisis pengaruh pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri
4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.	4.8.1 Merancang percobaan tentang pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, tekanan dan volume pada pergeseran kesetimbangan 4.8.2 Melakukan percobaan tentang pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, tekanan dan volume pada pergeseran kesetimbangan 4.8.3 Menyajikan hasil percobaan tentang pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, tekanan dan volume pada pergeseran kesetimbangan

### C. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui proses pembelajaran, siswa dapat menyadari adanya keteraturan dalam kesetimbangan kimia sebagai wujud kebesaran Tuhan Yang Maha Esa
2. Melalui proses pembelajaran, siswa dapat menyadari bahwa penerapan pengaruh arah kesetimbangan dalam industri sebagai hasil pemikiran manusia adalah wujud kebesaran Tuhan Yang Maha Esa Melalui percobaan dan diskusi, siswa dapat menunjukkan perilaku ilmiah kreatif dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi.
3. Melalui percobaan dan diskusi, siswa dapat menunjukkan perilaku ilmiah yaitu sikap jujur dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi
4. Melalui percobaan dan diskusi, siswa dapat menunjukkan perilaku kerjasama dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi.
5. Melalui percobaan dan diskusi, siswa dapat menunjukkan perilaku peduli lingkungan dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi.

6. Melalui diskusi kelompok dan studi literatur siswa dapat membedakan reaksi reversibel dan irreversibel
7. Melalui diskusi kelompok dan studi literatur siswa dapat membedakan reaksi reversibel dinamis
8. Melalui diskusi kelompok dan studi literatur siswa dapat menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen
9. Melalui diskusi kelompok dan studi literatur siswa dapat membedakan kesetimbangan kesetimbangan yang dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi, tekanan, volume dan suhu berdasarkan asas Le Chatelier
10. Melalui diskusi kelompok dan studi literatur siswa dapat menentukan arah pergeseran pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industry
11. Melalui diskusi kelompok siswa dapat merancang percobaan tentang pengaruh perubahan konsentrasi pada pergeseran kesetimbangan
12. Melalui percobaan siswa dapat mengetahui pengaruh perubahan konsentrasi pada pergeseran kesetimbangan
13. Melalui presentasi siswa dapat menyajikan hasil percobaan tentang pengaruh perubahan konsentrasi pada pergeseran kesetimbangan

#### D. Materi Pelajaran

##### 1. Fakta

- a. Pembuatan amonia menurut Proses Haber-Bosch
- b. Pembuatan Asam Sulfat menurut Proses Kontak

##### 2. Konsep

- a. Reaksi reversibel Merupakan reaksi kimia yang dapat bolak balik
- b. Reaksi irreversibel Merupakan reaksi kimia yang tidak dapat bolak balik
- c. Kesetimbangan homogen Merupakan kesetimbangan yang semua spesinya berada pada fase yang sama
- d. Kesetimbangan heterogen
- e. Bunyi Asas Le Chatelier, Jika suatu tekanan eksternal diberikan kepada suatu sistem yang setimbang, sistem ini akan menyesuaikan diri sedemikian rupa untuk menyeimbangkan sebagian tekanan pada saat sistem mencoba setimbang kembali
- f. Pergeseran kesetimbangan Merupakan keadaan dimana sistem akan menyeimbangkan kembali kesetimbangannya karena adanya pengaruh konsentrasi dll
- g. Pengaruh perubahan konsentrasi pada kesetimbangan adalah jika salah satu komponen zat dalam sistem kesetimbangan konsentrasinya bertambah maka kesetimbangan akan bergeser dari arah komponen zat yang konsentrasinya ditambah
- h. Pengaruh perubahan volume pada kesetimbangan adalah jika salah satu komponen zat volumenya diperbesar (tekanan diperkecil) maka kesetimbangan akan bergeser ke arah ruas yang mempunyai jumlah mol (koefisien) yang lebih besar
- i. Pengaruh perubahan suhu adalah peningkatan suhu menghasilkan reaksi endoterm sedangkan jika suhu diturunkan menghasilkan reaksi eksoterm

##### 3. Prosedur

- a. Menentukan arah kesetimbangan dengan asas Le Chatelier  
(Materi Pembelajaran: Terlampir)

E. Pendekatan dan Metode Pembelajaran  
 Pendekatan : *Scientific approach*  
 Model : *inquiry learning*  
 Metode : diskusi, praktikum, penugasan

F. Kegiatan Pembelajaran  
 Pertemuan Pertama (2 JP)

Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan Apersepsi Motivasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberi salam</li> <li>Guru menciptakan suasana kelas yang religius dengan menunjuk salah satu siswa untuk memimpin doa</li> <li>Guru mengabsen kehadiran siswa</li> <li>Guru memberikan apersepsi dengan mengingatkan kembali tentang reaksi kimia seperti pembentukan, penguraian dan pembakaran</li> <li>Guru memberikan motivasi dengan memberi contoh pada pembuatan amonia yang digunakan sebagai pupuk</li> <li>Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</li> <li>Guru membagi kelompok yang terdiri 3-4 orang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa menjawab salam</li> <li>Siswa berdoa sebelum mulai pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> <li>Siswa memberikan respon terhadap apersepsi yang diberikan guru</li> <li>Siswa mencermati tujuan pembelajaran.</li> <li>Siswa duduk sesuai kelompok yang telah dibagi</li> </ul>	5 menit
Kegiatan inti Menyajikan fenomena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyajikan permasalahan mengenai kertas yang dibakar dan <math>\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}</math> (Demonstrasi) (<i>mengamati</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengamati fenomena yang diberikan guru bersama teman sekelompoknya.</li> </ul>	
Merumuskan masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan mengenai permasalahan yang telah diajukan (<i>menanya</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait dengan materi yang akan dipelajari.           <ol style="list-style-type: none"> <li>Apakah kertas yang dibakar menghasilkan abu dapat berubah lagi menjadi kertas?</li> <li>Mengapa pada demonstrasi ke 2, <math>\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}</math> yang dapat berubah warna jika konsentrasi <math>\text{Fe}^{3+}</math> dikurangi?</li> </ol> </li> </ul>	
Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa untuk merumuskan jawaban</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa merumuskan jawaban sementara dengan</li> </ul>	

	sementara dari pertanyaan yang telah dirumuskan	bimbingan guru "Tidak, Karena reaksi pada kertas adalah reaksi yang tidak dapat balik"	
• Mengumpulkan data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa untuk membaca literatur dan memberikan bahan ajar</li> <li>Guru membimbing siswa mengerjakan LKS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa membaca literatur dan bahan ajar</li> <li>Siswa mengerjakan LKS</li> </ul>	
• Menguji hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa dalam membandingkan jawaban sementara dengan hasil diskusi berdasarkan pengerjaan LKS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa membandingkan jawaban sementara dengan hasil diskusi berdasarkan pengerjaan LKS</li> </ul>	
• Merumuskan simpulan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa merumuskan kesimpulan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi kelompoknya.</li> </ul>	
• Menutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang hal-hal yang belum dimengerti</li> <li>Guru memberikan refleksi dengan beberapa soal kuis               <ol style="list-style-type: none"> <li>Apa yang dimaksud reaksi reversibel dan irreversibel?</li> <li>Jelaskan yang dimaksud kesetimbangan dinamis!</li> </ol> </li> <li>Guru menguatkan jawaban kuis</li> <li>Guru meminta siswa untuk merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang mendatang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa bertanya/tidak</li> <li>Siswa mengerjakan soal kuis</li> <li>Siswa mencermati penjelasan guru</li> <li>Siswa merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> </ul>	

*Pertemuan Kedua (2 JP)*

Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
• Pendahuluan • Persepsi • Motivasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberi salam</li> <li>Guru menciptakan suasana kelas yang religius dengan menunjuk salah satu siswa untuk memimpin doa</li> <li>Guru mengabsen kehadiran siswa</li> <li>Guru memberikan apersepsi dengan mengingatkan kembali tentang reaksi kesetimbangan yang telah dipelajari pada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa menjawab salam</li> <li>Siswa berdoa sebelum mulai pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> <li>Siswa memberikan respon terhadap apersepsi yang diberikan guru</li> </ul>	5 menit

	<p>pertemuan sebelumnya</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan motivasi</li> <li>Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>Guru membagi kelompok yang terdiri 3-4 orang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mencermati tujuan pembelajaran</li> <li>Siswa duduk sesuai kelompok yang telah dibagi</li> </ul>	
Kegiatan inti Menyajikan fenomena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyajikan permasalahan dengan memberikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan (<i>mengamati</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengamati fenomena yang diberikan guru bersama teman sekelompoknya.</li> </ul>	
Merumuskan masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan mengenai permasalahan yang telah diajukan (<i>menanya</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait dengan materi yang akan dipelajari.</li> <li>3. Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kesetimbangan?</li> <li>4. Bagaimana pengaruh faktor-faktor tersebut pada kesetimbangan?</li> </ul>	
Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa untuk merumuskan jawaban sementara dari pertanyaan yang telah dirumuskan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa merumuskan jawaban sementara dengan bimbingan guru "konsentrasi, akan mengeser kesetimbangan dari arah konsentras komponen zat yang konsentrasinya ditambah"</li> </ul>	
Mengumpulkan data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa untuk membaca literatur dan memberikan bahan ajar</li> <li>Guru membimbing siswa mengerjakan LKS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa membaca literatur dan bahan ajar</li> <li>Siswa mengerjakan LKS</li> </ul>	
Menguji hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa dalam membandingkan jawaban sementara dengan hasil diskusi berdasarkan pengerjaan LKS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa membandingkan jawaban sementara dengan hasil diskusi berdasarkan pengerjaan LKS</li> </ul>	
Merumuskan kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa merumuskan kesimpulan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi kelompoknya.</li> </ul>	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang hal-hal yang belum dimengerti</li> <li>Guru memberikan refleksi dengan beberapa soal kuis</li> <li>3. Faktor-faktor apa saja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa bertanya/tidak</li> <li>Siswa mengerjakan soal kuis</li> </ul>	

<p>yang mempengaruhi kesetimbangan?</p> <p>4. Bagaimana pergeseran kesetimbangan jika kedalam kesetimbangan ditambahkan konsentrasi pada reaktan?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru menguatkan jawaban kuis</li> <li>Guru meminta siswa untuk merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang mendatang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mencermati penjelasan guru</li> <li>Siswa merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> </ul>	
--	---	--

Pertemuan Ketiga (2 JP)

Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan Apersepsi Motivasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberi salam</li> <li>Guru menciptakan suasana kelas yang religius dengan menunjuk salah satu siswa untuk memimpin doa</li> <li>Guru mengabsen kehadiran siswa</li> <li>Guru memberikan apersepsi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan</li> <li>Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</li> <li>Guru membagi kelompok yang terdiri 3-4 orang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa menjawab salam</li> <li>Siswa berdoa sebelum mulai pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> <li>Siswa memberikan respon terhadap apersepsi yang diberikan guru</li> <li>Siswa mencermati tujuan pembelajaran</li> <li>Siswa duduk sesuai kelompok yang telah dibagi</li> </ul>	5 menit
Kegiatan inti Menyajikan fenomena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyajikan permasalahan mengenai data pembuatan amonia dalam industri dengan menggunakan asas Le Chatelier (mengamati)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengamati fenomena yang diberikan guru bersama teman sekelompoknya.</li> </ul>	
Merumuskan masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan mengenai permasalahan yang telah diajukan (menanya)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait dengan materi yang akan dipelajari.</li> <li>1. Apakah perubahan konsentrasi dapat mempengaruhi sistem kesetimbangan dalam pembuatan amonia?</li> </ul>	
Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa untuk merumuskan jawaban</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa merumuskan jawaban sementara dengan</li> </ul>	

<p>Mengumpulkan data</p>	<p>sementara dari pertanyaan yang telah dirumuskan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan bahan ajar</li> <li>Guru membimbing siswa mengerjakan lembar kerja praktikum</li> </ul>	<p>bimbingan guru "Iya, berdasarkan asas Le Chatelier perubahan konsentrasi dapat mempengaruhi sistem kesetimbangan dalam pembuatan amonia"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengumpulkan data dari bahan ajar dan literatur lainnya</li> <li>Siswa merancang praktikum berdasarkan lembar kerja praktikum</li> </ul>	
<p>Menguji hipotesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa dalam melakukan praktikum berdasarkan lembar kerja praktikum</li> <li>Guru membantu siswa membandingkan jawaban sementara dengan hasil diskusi berdasarkan pengerjaan lembar kerja praktikum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa melakukan praktikum berdasarkan lembar kerja praktikum</li> <li>Siswa membandingkan hasil praktikum dengan jawaban sementara</li> </ul>	
<p>Merumuskan kesimpulan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa merumuskan kesimpulan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi kelompoknya.</li> </ul>	
<p>Penutup</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang hal-hal yang belum dimengerti</li> <li>Guru memberikan refleksi dengan beberapa soal kuis             <ol style="list-style-type: none"> <li>Diketahui sistem kesetimbangan sebagai berikut:  <math display="block">\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})</math>                     Ke arah mana reaksi kesetimbangan akan bergeser jika:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>ditambahkan <math>\text{N}_2</math></li> <li>ditambahkan <math>\text{H}_2</math></li> </ol> </li> </ol> </li> <li>Guru menguatkan jawaban kuis</li> <li>Guru meminta siswa untuk merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang mendatang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa bertanya/tidak</li> <li>Siswa mengerjakan soal kuis</li> <li>Siswa mencermati penjelasan guru</li> <li>Siswa merangkum semua materi pembelajaran</li> <li>Siswa mencermati</li> </ul>	

### G. Penilaian

Aspek	Teknik	Instrumen	Pedoman Penilaian
Sikap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penilaian diri</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lembar penilain diri</li> <li>• Lembar observasi (skala penilaian)</li> </ul>	Lampiran 1 Lampiran 2
Pengetahuan	Tes tertulis	Soal UH (uraian)	Lampiran 3
Keterampilan (proses sains)	Observasi	Lembar observasi	Lampiran 4

### H. Media, Alat/Bahan dan Sumber Belajar

1. Media : LKS, lembar kerja praktikum
2. Alat dan Bahan:

Alat	Bahan
LCD, layar, laptop, papan tulis, spidol, gelas kimia, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes dan batang pengaduk	Aquades, larutan KSCN 0,5M, kristal fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) M, larutan $\text{FeCl}_3$ 0,5M

3. Sumber belajar :

Sutresna, N. 2013. Kimia untuk kelas XI SMA kelompok peminatan matematika dan ilmu-ilmu alam. Bandung: Grafindo media pratama

Sudarmo, U. 2013. Kimia untuk kelas XI SMA kelompok peminatan matematika dan ilmu-ilmu alam. Jakarta: Erlangga

# BAHAN AJAR KESETIMBANGAN

AN

swa dapat membedakan reaksi reversibel dan irreversibel

swa dapat menjelaskan kesetimbangan dinamis

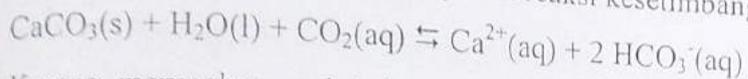
swa dapat membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen

swa dapat menentukan arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi, tekanan, volume dan suhu berdasarkan asas Chatelier

swa dapat menganalisis pengaruh pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri

## A. KESETIMBANGAN KIMIA

Didaerah batu kapur, gua terbentuk oleh air hujan yang mengandung gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang diserap oleh atmosfer. Batu kapur tersusun dengan bahan utama kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) Kalsium karbonat larut larut oleh asam lemah, kemudian membentuk saluran dalam waktu yang lama. Reaksi kimia ini merupakan reaksi kesetimbangan.



Karena merupakan reaksi kesetimbangan, reaksi tersebut dapat mengalami pergeseran sehingga membentuk stalaktit dan stalagmit. Stalaktit adalah batuan mirip es yang menggantung di atap gua, sedangkan stalagmit adalah batuan seperti es yang tumbuh dari dasar gua akibat tetesan. Stalaktit dan stalagmit adalah bentuk khas daerah Karst yang terbentuk dari proses pelarutan air di daerah kapur secara terus-menerus. Air yang larut tersebut akan masuk ke lubang-lubang (doline) yang turun ke gua dan akan menetes ke dasar gua. Tetesan-tetesan tersebut akan berubah menjadi batuan berbentuk runcing. Stalaktit membentuk batuan runcing kebawah, sedangkan stalagmit membentuk batuan runcing ke atas. Dalam setahun, stalaktit dan stalagmit akan bertumbuh rata-rata sebanyak 0,13 mm (0,005 inci). Saat mengalami pertumbuhan cepat, stalaktit bisa tumbuh 3 mm (0,12 inci) per tahun. Reaksi pembentukan stalaktit dan stalagmit merupakan topik yang akan dibahas pada pertemuan ini.

Perhatikan kertas yang terbakar. Apakah abu dan gas hasil pembakaran kertas dapat diubah menjadi kertas lagi? Pengalaman menunjukkan proses ini tidak dapat dilakukan. Reaksi seperti itu dikenal sebagai reaksi satu arah atau reaksi irreversible. Apakah ada reaksi yang dua arah atau bolak-balik? Dalam kehidupan sehari-hari sulit menemukan reaksi bolak-balik. Proses alami umumnya berlangsung satu arah saja dan tidak dapat balik. Namun, dalam dunia industry, banyak ditemukan reaksi bolak-balik misalnya pada industry ammonia dan asam sulfat. Reaksi yang dapat balik atau berlangsung dua arah disebut dengan reaksi reversible.

## B. JENIS KESETIMBANGAN

Kesetimbangan dapat dibagi menjadi dua jenis kesetimbangan yaitu kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Kesetimbangan yang semua komponennya satu fase disebut dengan kesetimbangan homogen, sedangkan kesetimbangan yang komponennya terdiri dari dua fase atau lebih disebut kesetimbangan heterogen. Kesetimbangan homogen dapat berupa

system gas atau larutan. Keseimbangan heterogen umumnya melibatkan system padat-gas atau cair-gas

Contoh keseimbangan homogen

- $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$
- $CH_3CO_2H(aq) \rightleftharpoons CH_3CO_2^-(aq) + H^+(aq)$
- $2 HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

Contoh keseimbangan heterogen

- $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
- $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$
- $NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

### C. AZAS LE CHATILIER

Menurut Henry Louis Le Chatelier, yang kini dikenal sebagai **azas Le Chatelier** menyatakan bahwa:

Jika pada sistem keseimbangan diadakan suatu aksi, sistem akan berubah sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi tersebut sekecil-kecilnya

Perubahan dari keadaan keseimbangan semula ke keadaan keseimbangan yang baru akibat adanya aksi atau pengaruh dari luar itu dikenal dengan pergeseran keseimbangan

### D. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERGESERAN KESETIMBANGAN

Pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap keseimbangan dapat diramalkan menggunakan Asas Le Chatelier yang diusulkan oleh Henry Le Chatelier (1888).

Jika suatu faktor luar mempengaruhi keseimbangan, maka keseimbangan akan bergeser untuk mengurangi pengaruh tersebut sampai diperoleh keseimbangan yang baru.

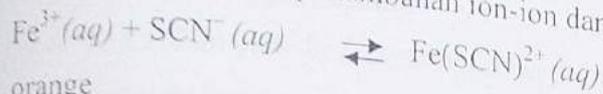
#### 1. Perubahan Konsentrasi

Berdasarkan Asas Le Chatelier, apabila konsentrasi pereaksi atau produk reaksi berubah, maka keseimbangan akan bergeser untuk mengurangi pengaruh perubahan konsentrasi yang terjadi

sampai diperoleh kesetimbangan yang baru. Perhatikan pengaruh perubahan konsentrasi terhadap kesetimbangan berikut ini.

A. Konsentrasi pereaksi atau produk reaksi dinaikkan /diturunkan

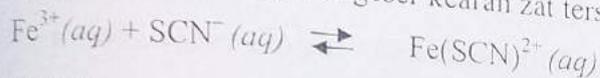
Untuk mempelajari pengaruh perubahan konsentrasi pada kesetimbangan, perhatikan percobaan penambahan ion-ion dan zat lain pada sistem kesetimbangan berikut.



orange

merah bata

Sesuai dengan azas Le Chatelier jika salah satu zat konsentrasinya diperbesar, reaksi akan bergeser ke arah yang berlawanan, jika salah satu zat konsentrasinya diperkecil, reaksi akan bergeser ke arah zat tersebut. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.



orange

merah bata

Pada percobaan ini didapat bahwa penambahan ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{SCN}^{-}$  menyebabkan larutan standar menjadi lebih pekat, berate ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  bertambah. Pada kesetimbangan ini adanya penambahan ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan ion  $\text{SCN}^{-}$  menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ . Pada penambahan ion  $\text{OH}^{-}$  mengakibatkan warna merah pada larutan berkurang, sebab jumlah ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  berkurang. Mengapa ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  berkurang? Ion  $\text{OH}^{-}$  berfungsi untuk mengikat ion  $\text{Fe}^{3+}$ , maka untuk menjaga kesetimbangan, ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  akan terurai lagi membentuk ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{SCN}^{-}$  atau kesetimbangan bergeser ke arah ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{SCN}^{-}$ .

Dari eksperimen dapat disimpulkan:

- Jika pada sistem kesetimbangan salah satu komponen ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan.
- Jika pada sistem kesetimbangan salah satu komponennya dikurangi, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen tersebut.

## 2. Perubahan Suhu

Perubahan suhu terkait dengan pelepasan atau penyerapan kalor. Berdasarkan asas Le Chatelier:

- Apabila suhu reaksi dinaikkan (kalor bertambah), maka sistem akan menyerap kalor tersebut. Kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm

- Apabila suhu reaksi diturunkan (kalor berkurang), maka sistem akan melepaskan kalor tersebut. Keseimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm.

Pada reaksi kesetimbangan, apabila reaksi ke kanan menyerap kalor (bersifat endoterm), maka reaksi ke kiri akan melepas kalor (bersifat eksoterm) demikian pula sebaliknya.

### 3. Pengaruh Perubahan Volume

Perubahan volum pada kesetimbangan bergantung pada komponennya, baik komponen gas atau komponen ion-ion.

#### a. Perubahan Volum pada Kesetimbangan yang Komponennya Gas

- Jika volum diperbesar maka kesetimbangan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya besar.
- Jika volum diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya kecil

Contoh:



- Jika volum diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah gas  $\text{PCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$ .
- Jika volum diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah gas  $\text{PCl}_5$ .

#### b. Perubahan Volum pada Kesetimbangan yang

Komponen-Komponennya Berupa Ion-Ion. Untuk mempelajari pengaruh perubahan volum pada kesetimbangan ini, salah satu contohnya pengenceran pada kesetimbangan:

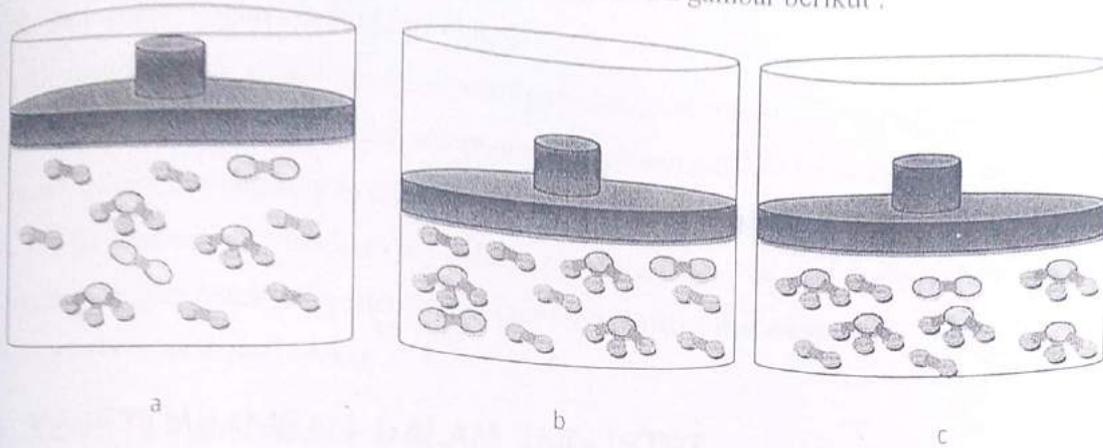


Pengenceran pada kesetimbangan ini mengakibatkan warna merah berkurang atau kesetimbangan bergeser ke arah ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{SCN}^{-}$ . Pengenceran pada larutan menyebabkan volum menjadi besar, maka untuk kesetimbangan yang jumlah mol atau jumlah partikel pereaksi dan hasil reaksinya berbeda, kesetimbangan akan bergeser ke arah partikel yang jumlahnya lebih besar.

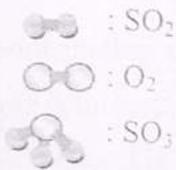
### 4. Tekanan

Penambahan tekanan akan berdampak pada volume yang semakin kecil. Sesuai dengan Asas Le Chatelier, dalam hal ini pemberian tekanan dan pengurangan volume merupakan aksi yang diberikan lingkungan. Pemberian aksi ini akan menyebabkan sistem kesetimbangan akan terganggu. Untuk mengembalikan kondisi sistem kesetimbangan seperti semula

(mempertahankan harga K) maka kesetimbangan haus mengadakan reaksi untuk membuat pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya. Perhatikanlah gambar berikut :



Keterangan:



Gambar di atas merupakan gambar yang menunjukkan pengaruh volume dan tekanan pada kesetimbangan  $O_2(g) + 2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

- Campuran gas SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> pada kesetimbangan
- Ketika tekanan ditingkatkan dengan memperkecil volume, campuran tidak lagi setimbang ( $Q_c < K_c$ )
- Reaksi bergeser ke arah kanan; jumlah total molekul gas menurun sampai kesetimbangan tercapai kembali ( $Q_c = K_c$ ).

Pada gambar di atas ditunjukkan bahwa sistem mengadakan reaksi berupa memperbanyak produk yang terbentuk, alhasil pada keadaan (c), yaitu saat kesetimbangan kembali tercapai, jumlah molekul produk bertambah dan jumlah molekul pereaktan berkurang. Kita tentu sudah mengetahui sebelumnya bahwa *jumlah koefisien menunjukkan jumlah mol*. Ketika kita memperbesar tekanan dengan memperkecil volume, maka keadaan molekul pada sistem akan berdesak-desakan. Untuk mengembalikan sistem ke keadaan normal kembali adalah dengan cara memperkecil jumlah molekul dalam sistem. Hal inilah yang dilakukan sistem yaitu dengan menggeser reaksi ke arah reaksi yang menghasilkan jumlah molekul lebih sedikit, dalam hal ini

adalah ke arah kanan (pembentukan  $\text{SO}_3$ ). Dengan demikian, hasilnya jumlah molekul  $\text{SO}_3$  lebih banyak dan molekul pereaksi yaitu  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  sedikit, sehingga  $Q_c$  akan sama dengan  $K_c$  atau sistem dalam keadaan setimbang.

*Jika tekanan pada campuran kesetimbangan yang melibatkan gas ditingkatkan, reaksi bersih akan berlangsung ke arah yang mempunyai jumlah mol gas lebih kecil. Jika tekanan diturunkan, reaksi bersih berlangsung ke arah yang menghasilkan jumlah mol gas lebih banyak.*

Ketentuan gas ditekankan dalam pernyataan ini, karena pengaruh tekanan pada kesetimbangan reaksi yang melibatkan fase embun dapat diabaikan. Padatan dan cairan murni umumnya tidak dapat ditekan

## E. KESETIMBANGAN DALAM INDUSTRI

Reaksi pembentukan umumnya merupakan reaksi kesetimbangan. Reaksi pembentukan sering kali digunakan acuan dalam pembentukan suatu senyawa dalam skala industri. Pada bidang industri, maka hal yang harus diperhatikan adalah bagaimana cara memproduksi senyawa tersebut secara efisien, sehingga kondisi reaksi haruslah diatur sedemikian mungkin hingga produk cepat terbentuk dalam jumlah besar dan mencegah berlangsungnya reaksi berkebalikan. Seperti yang diketahui bahwa reaksi pembentukan tersebut umumnya berupa reaksi kesetimbangan, maka agar reaksi tidak berlangsung secara berkebalikan kita harus dapat menerapkan konsep kesetimbangan reaksi pada pembuatan beberapa senyawa di lingkup industri. Berikut akan dibahas dua reaksi pembuatan amonia dan sulfat

### 1. Pembuatan Amonia menurut Proses Haber-Bosch

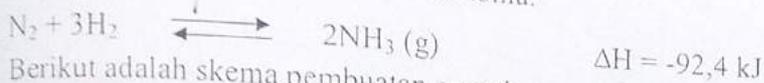
Bahan utama pembuatan amonia adalah  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$ , dimana keduanya akan sering dijumpai pada keadaan bebasnya berupa gas. Keberadaan gas  $\text{N}_2$  dan gas  $\text{H}_2$  ini sangat melimpah di udara. Gas hidrogen merupakan unsure yang paling melimpah di alam semesta, kelimpahannya sekitar 75%. Namun, walaupun hidrogen sangat melimpah di alam semesta, namun senyawa hidrogen jarang di jumpai secara alami di bumi. Seperti yang diketahui bahwa kelimpahan gas  $\text{N}_2$  di udara adalah 78% dari volume udara total di atmosfer. Sumber nitrogen di alam yang ada hanya sedikit sementara itu kebutuhan senyawa nitrogen semakin banyak,

misalnya untuk industri pupuk, dan bahan peledak. Oleh karena itu, proses sintesis senyawa nitrogen, fiksasi nitrogen buatan merupakan proses industri yang sangat penting.

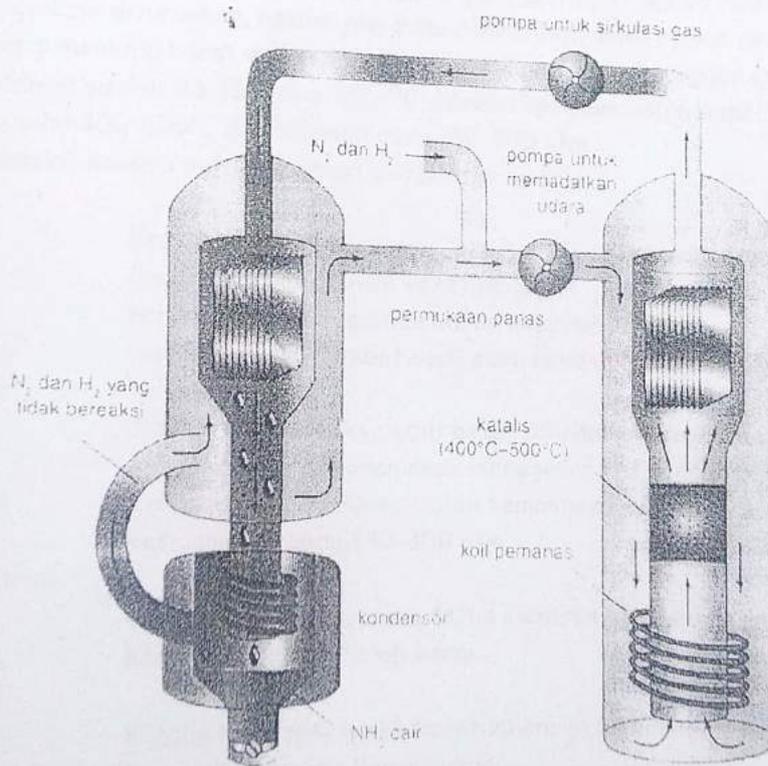
Prinsip utama adalah mereaksikan nitrogen dengan hidrogen yang akan membentuk amonia, kemudian amonia akan direkasikan membentuk senyawa nitrogen yang lain seperti asam nitrat dan garam nitrat.

Proses pembuatan amonia ini dengan nitrogen dan hidrogen di temukan oleh Frizt Haber, sedangkan proses pembuatannya secara industri di kembangkan oleh Carl Bosch.

Persamaan reaksi dari pembuatan amonia:

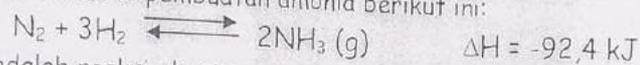


Berikut adalah skema pembuatan amonia secara industri:



Sesuai dengan prinsip kesetimbangan, pada reaksi di atas akan lebih menguntungkan jika reaksi bergeser ke kanan, yaitu pembentukan  $\text{NH}_3$  adalah pada suhu rendah dan tekanan tinggi. Akan tetapi, reaksi tersebut berlangsung sangat lambat pada suhu rendah, bahkan pada suhu  $500^\circ\text{C}$  namun perlu di ingat bahwa reaksi ke kanan eksoterm, penambahan suhu akan mengurangi rendemen. Proses Haber-Bosch semula dilangsungkan pada suhu sekitar  $500^\circ\text{C}$  dan tekanan sekitar 150-350 atm dengan katalisator, yaitu serbuk besi dicampur dengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ .

Permasalahan yang muncul dalam pembuatan Amonia pada skala industri:  
Perhatikan persamaan reaksi pembuatan amonia berikut ini:



Reaksi tersebut adalah reaksi eksoterm, seperti yang diketahui bahwa reaksi eksoterm lebih baik jika suhu diturunkan, namun jika suhu diturunkan, maka reaksi akan berjalan lambat. Amonia memiliki berat molekul 17,03, dan pada keadaan berwujud gas. Titik didih dan titik bekunya adalah  $33,35^\circ\text{C}$  dan  $-77,7^\circ\text{C}$ . Kondisi optimum untuk dapat bereaksi adalah pada suhu  $400-600^\circ\text{C}$  dan tekanan pada 150-300 atm.

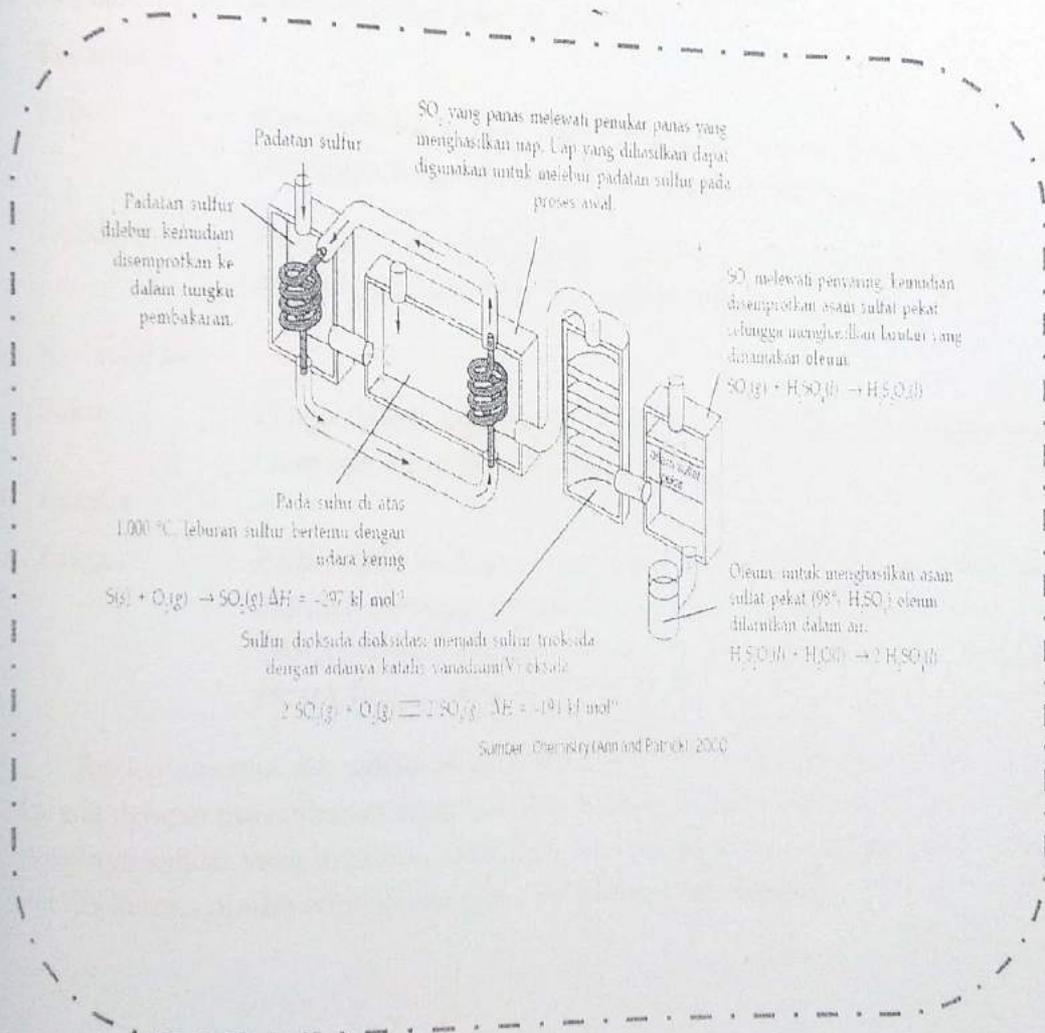
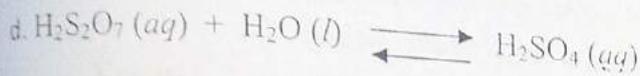
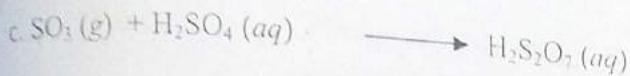
Berikut ini adalah kondisi optimum dalam pembuatan amonia:

1. Suhu  
Fakta : - Reaksi bersifat eksoterm, sehingga untuk mendapatkan produk, (sesuai dengan prinsip kesetimbangan, jika ingin reaksi bergeser ke kanan, maka suhu sistem harus di perkecil)  
Kendala : - reaksi berjalan lambat pada suhu rendah ( $400-600^\circ\text{C}$ ).
2. Tekanan  
Fakta : - Jumlah mol pereaksi lebih besar dibanding dengan jumlah mol produk.  
- Memperbesar tekanan akan menggeser kesetimbangan ke kanan.  
Kendala : - Tekanan sistem dibatasi oleh kemampuan alat dan factor keselamatan pada 150-300 atm.
3. Konsentrasi  
Fakta : - Pengambilan  $\text{NH}_3$  secara terus menerus akan manggeser kesetimbangan ke arah kanan.
4. Katalis  
Fakta : - Katalis tidak menggsrer kesetimbangan ke kanan, tetapi mempercepat laju reaksi secara keseluruhan.

Dengan kemajuan teknologi sekarang digunakan tekanan yang jauh lebih besar, bahkan mencapai 700 atm. Untuk mengurangi reaksi balik, maka amonia yang terbentuk segera dipisahkan. Mula-mula campuran gas nitrogen dan hidrogen dikompresi (dimampatkan) hingga mencapai tekanan yang diinginkan. Kemudian campuran gas dipanaskan dalam suatu ruangan yang bersama katalisator sehingga terbentuk amonia.

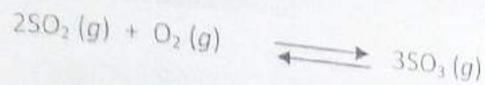
## 2. Pembuatan Asam Sulfat menurut Proses Kontak

Pembuatan asam sulfat menurut proses kontak juga menggunakan prinsip kesetimbangan, adapun reaksinya dapat dilihat sebagai berikut:



Permasalahan yang muncul dalam pembuatan asam sulfat pada skala industri:

Perhatikan persamaan reaksi pembuatan asam sulfat tersebut, diketahui bahwa terjadi reaksi kesetimbangan pada reaksi b:



Reaksi tersebut adalah reaksi eksoterm, seperti yang diketahui bahwa reaksi eksoterm lebih baik jika suhu diturunkan, namun jika suhu diturunkan, maka reaksi akan berjalan lambat. Berikut ini adalah kondisi optimum dalam pembuatan asam sulfat:

1. Suhu

Fakta : - Reaksi bersifat eksoterm, sehingga untuk mendapatkan produk, (sesuai dengan prinsip kesetimbangan, jika ingin reaksi bergeser ke kanan, maka suhu sistem harus di perkecil)

Kendala : - reaksi berjalan pada suhu 500°C.

2. Tekanan

Fakta : - Memperbesar tekanan akan menggeser kesetimbangan ke kanan (sehingga diharapkan akan lebih banyak SO<sub>3</sub> yang terbentuk).

Kendala : - Pada kenyataannya memperbesar tekanan sistem tidak diimbangi dengan pembentukan SO<sub>3</sub> dalam reaksi.

3. Konsentrasi

Fakta : - Pengambilan asam sulfat secara terus menerus akan menggeser kesetimbangan ke arah kanan.

4. Katalis

Fakta : - Pada reaksi ini katalis sangat diperlukan untuk menurunkan energy aktivasi, sehingga produk akan cepat terbentuk Katalis tidak menggeser kesetimbangan ke kanan, tetapi mempercepat laju reaksi secara keseluruhan.

Reaksi tersebut dikondisikan pada suhu 500°C dan tekanan normal yaitu 1 atm, karena dengan penambahan tekanan yang dilakukan, tidak menambah jumlah SO<sub>3</sub>.  
- Awalnya katalis yang digunakan adalah Pt, namun sekarang digunakan V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebagai katalis karena dinilai lebih ekonomis, efisien dan tidak beracun.

LKS  
KESETIMBANGAN KIMIA

Kelompok :

Nama :

Kelas :

**TUJUAN PEMBELAJARAN**

Melalui diskusi kelompok dan studi literatur diharapkan siswa dapat:

1. Membedakan reaksi reversibel dan irreversibel
2. Menjelaskan kesetimbangan dinamis
3. Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen

## A. Reaksi reversibel dan irreversibel



Perhatikan slide powerpoint  
depan kelas!

### Kegiatan 1

#### Rumusan Masalah

.....

.....

.....

.....

#### Hipotesis

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah kalian buat!

.....

.....

.....



Untuk membuktikan hipotesismu, kajilah beberapa buku sumber dan jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Dari reaksi yang diamati tuliskan reaksi yang merupakan reaksi irreversibel?

.....

2. Berdasarkan hasil pengamatan kalian, apakah yang disebut reaksi *irreversibel* ?

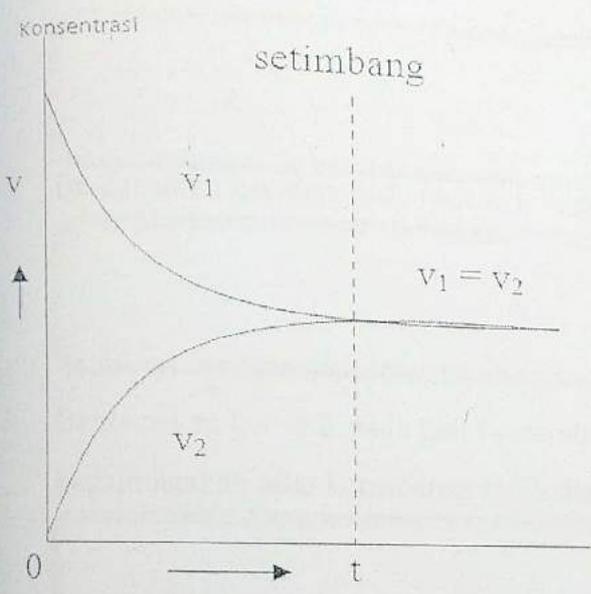
.....

3. Dari reaksi yang diamati tuliskan reaksi yang merupakan reaksi reversibel?

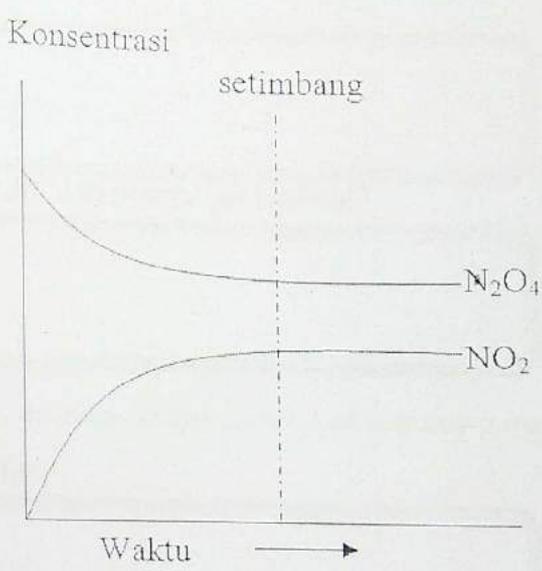
4. Berdasarkan hasil pengamatan kalian, apakah yang disebut reaksi reversibel?

a. Kesetimbangan dinamis

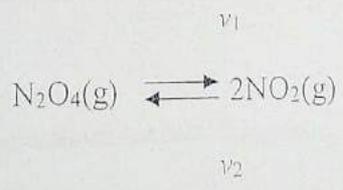
Perhatikan kurva berikut dengan teliti!



Kurva 1. Grafik perubahan laju reaksi terhadap waktu



Kurva 2. Perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi menuju keadaan setimbang.



Rumusan Masalah:

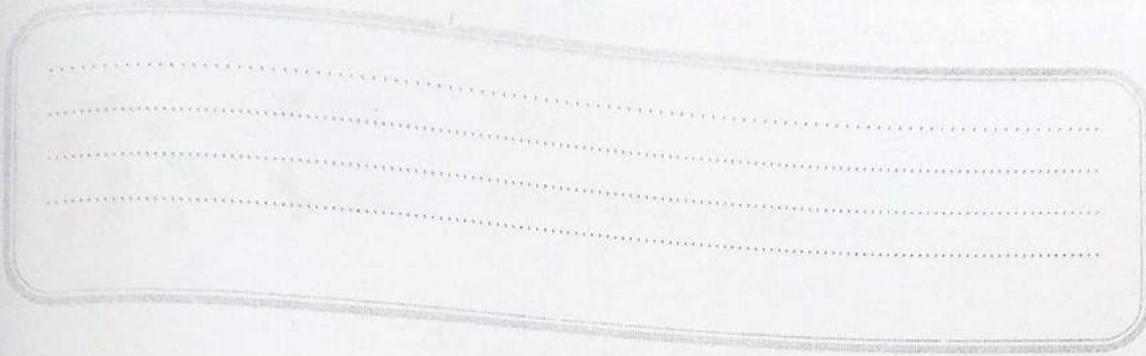
.....

.....

.....

.....

Hipotesis:

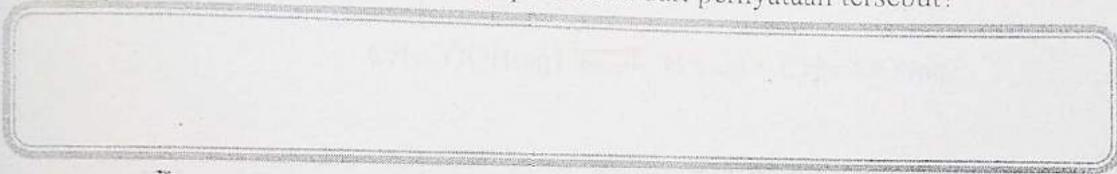


Berdasarkan kurva di atas, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Berdasarkan kurva 1, pada saat  $t$  (setimbang, ditandai dengan garis vertikal putus-putus), bagaimanakah nilai  $v_1$  dan  $v_2$ ?



2. Berdasarkan jawaban pada nomor 1, apakah arti dari pernyataan tersebut?



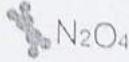
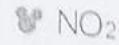
3. Berdasarkan kurva 2, pada saat  $t$  (setimbang, ditandai dengan garis vertikal putus-putus), bagaimanakah nilai konsentrasi  $N_2O_4$  dan  $NO_2$ ?



4. Berdasarkan jawaban anda pada nomor 3, apakah arti dari pernyataan tersebut?



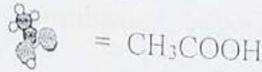
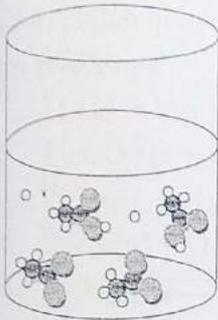
B. Keseimbangan homogen dan heterogen



Reaksi:

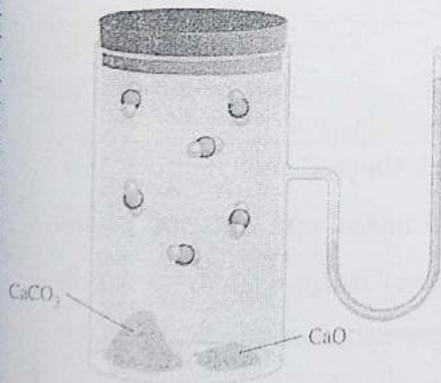


Reaksi disosiasi gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  menjadi gas  $\text{NO}_2$  dan sintesis gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  dari gas  $\text{NO}_2$  yang berlangsung secara bersamaan merupakan contoh reaksi kesetimbangan.



Cuka (asam asetat),  $\text{CH}_3\text{COOH}$  merupakan asam lemah yang dalam larutan berair akan terurai dan membentuk kesetimbangan.

Reaksi:



Batu Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) merupakan bagian terbesar penyusun cangkang siput. Kapur tak larut dalam air sehingga tak pernah kita jumpai siput dalam keadaan tanpa cangkang. Apabila kita panaskan  $\text{CaCO}_3$  pada suhu tertentu maka akan terurai menjadi kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam reaksi kesetimbangan.



### Rumusan Masalah

Apa yang dapat kalian temukan berdasarkan fenomena-fenomena di atas?

.....

.....

.....

# Hipotesis

.....

.....

.....

.....

Kelompokkanlah berbagai reaksi kesetimbangan diatas berdasarkan fase (wujud) dari reaktan dan produknya!

Berikut adalah beberapa reaksi kesetimbangan, kelompokkanlah berdasarkan fase zat-zat dalam reaksinya!

1.  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
2.  $CaCO_3(s) + CaO(s) \rightleftharpoons CO_2(g)$
3.  $CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$
4.  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
5.  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
- 6.

No.	Kelompok reaksi pertama (fase zat sama)	Kelompok reaksi kedua (fase zat berbeda)
1		
2		
3		

1. Ditinjau dari fase (wujud) dari reaktan dan produknya, reaksi kesetimbangan kelompok reaksi pertama merupakan bentuk dari *reaksi kesetimbangan homogen*. Apakah yang dimaksud dengan reaksi kesetimbangan Heterogen?

.....

.....

.....

2. Ditinjau dari fase (wujud) dari reaktan dan produknya, reaksi kesetimbangan pada kelompok reaksi kedua merupakan bentuk dari *reaksi kesetimbangan heterogen*.

.....

.....

.....

Kelompok :

Nama :

Kelas :

## TUJUAN PEMBELAJARAN

Melalui diskusi kelompok dibawah bimbingan guru dengan menggunakan Lembar Kegiatan Siswa (LKS), peserta didik diharapkan:

1. Menentukan arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi, tekanan, volume dan suhu berdasarkan asas Le Chatelier
2. Menganalisis pengaruh pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri

A. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan

Adanya gangguan terhadap suatu reaksi yang berada dalam keadaan setimbang dapat menyebabkan terganggunya kesetimbangan yang ada. Suatu reaksi perlakuan tertentu. Untuk mengetahui pengaruh dari apa yang dilakukan, maka perlu berpedoman pada asas Le Chatelier.

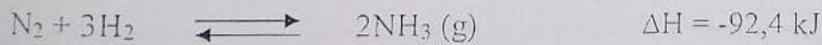
"Jika pada suatu sistem yang berada dalam keadaan setimbang dilakukan suatu aksi, maka timbul reaksi yang tujuannya mengurangi pengaruh aksi itu"

Aksi-aksi yang dapat menyebabkan pergeseran kesetimbangan yang dimaksud adalah melakukan perubahan terhadap konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume sistem. Kesetimbangan akan lebih tercapai dengan adanya penambahan katalisator. Agar kalian lebih memahami materi pergeseran kesetimbangan, diskusikan dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut bersama teman kelompokmu! Diskusikanlah dengan kelompokmu!



Perhatikan fenomena di bawah ini!

Persamaan reaksi dari pembuatan amonia:



Berikut adalah data pembentukan  $\text{NH}_3$  dengan menggunakan Haber-bosch

Suhu °C	Hasil $\text{NH}_3$ , %						
	10,0 atm	30,0 atm	50,0 atm	100 atm	300 atm	600 atm	1000 atm
200	50,7	67,6	74,4	81,5	90,0	95,4	98,3
300	14,7	30,3	39,4	52,0	71,0	84,2	92,6
400	3,9	10,2	15,3	25,1	47,0	65,2	79,8
500	1,2	3,5	5,6	10,6	26,4	42,2	57,5
600	0,5	1,4	2,3	4,5	13,8	23,1	31,4
700	0,2	0,7	1,1	2,2	7,3	12,6	12,9

Berdasarkan data di atas dan studi literatur jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Faktor-faktor luar apa sajakah yang dapat mempengaruhi kesetimbangan?

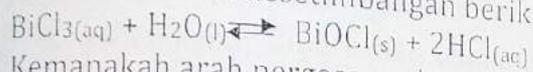
2. Bagaimanakah pengaruh aksi (perlakuan) berikut terhadap kesetimbangan?

a. menambah produk

b. menambah salah satu zat reaktan

c. memperbesar tekanan atau memperkecil volume

3. Diketahui reaksi kesetimbangan berikut:



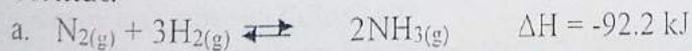
Kemanakah arah pergeseran kesetimbangan jika pada suhu tetap:

a. konsentrasi  $\text{BiCl}_3$  ditambah

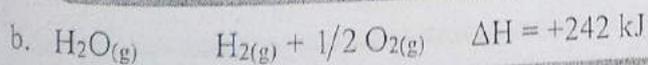
b. Konsentrasi  $\text{BiOCl}$  ditambah

c. Konsentrasi  $\text{HCl}$  ditambah

4. Ke arah manakah keseimbangan akan bergeser jika suhu dinaikkan pada reaksi berikut:



a. Jawab:



b. Jawab:

5. Jelaskan reaksi kesetimbangan yang bagaimanakah yang tidak dipengaruhi oleh tekanan dan volume!

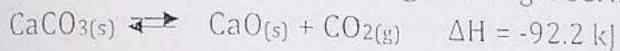
Jawab:

6. Diketahui reaksi kesetimbangan sebagai berikut.  
$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.2 \text{ kJ}$$

a. jika volume ruang diperbesar, bagaimanakah tekanan dan pergeseran kesetimbangannya? Jelaskan!

b. jika tekanan diperbesar, bagaimanakah pergeseran kesetimbangannya?

7. Diketahui reaksi kesetimbangan sebagai berikut.



Cara apa saja yang dapat dilakukan untuk menggeser kesetimbangan tersebut ke kanan?

Jawab:

8. Reaksi  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  adalah reaksi eksotermik. Apabila suhu dinaikkan, bagaimana pengaruh terhadap reaksi kesetimbangannya? Jelaskan!

Jawab:

## B. Kesetimbangan Dalam Industri

Berbagai reaksi kesetimbangan digunakan dalam memproduksi zat. Penerapan azas Le Chatelier dapat meningkatkan efisiensi. Dalam kegiatan ini, anda akan mempelajari proses Haber dan proses kontak.

### 1. Proses Haber

Proses Haber digunakan dalam industri amonia. Proses Haber merupakan reaksi kesetimbangan antara nitrogen dengan hidrogen



1. Berapakah suhu dan tekanan yang digunakan dalam proses Haber?

Suhu : .....

Tekanan : .....

2. Apakah pengaturan suhu dan tekanan tersebut sudah sesuai dengan prinsip kesetimbangan? Jika tidak, mengapa digunakan?

Suhu : sesuai / tidak sesuai

Alasan:

.....  
.....  
.....

Tekanan : sesuai / tidak sesuai\*\*

Alasan :

Alasan:

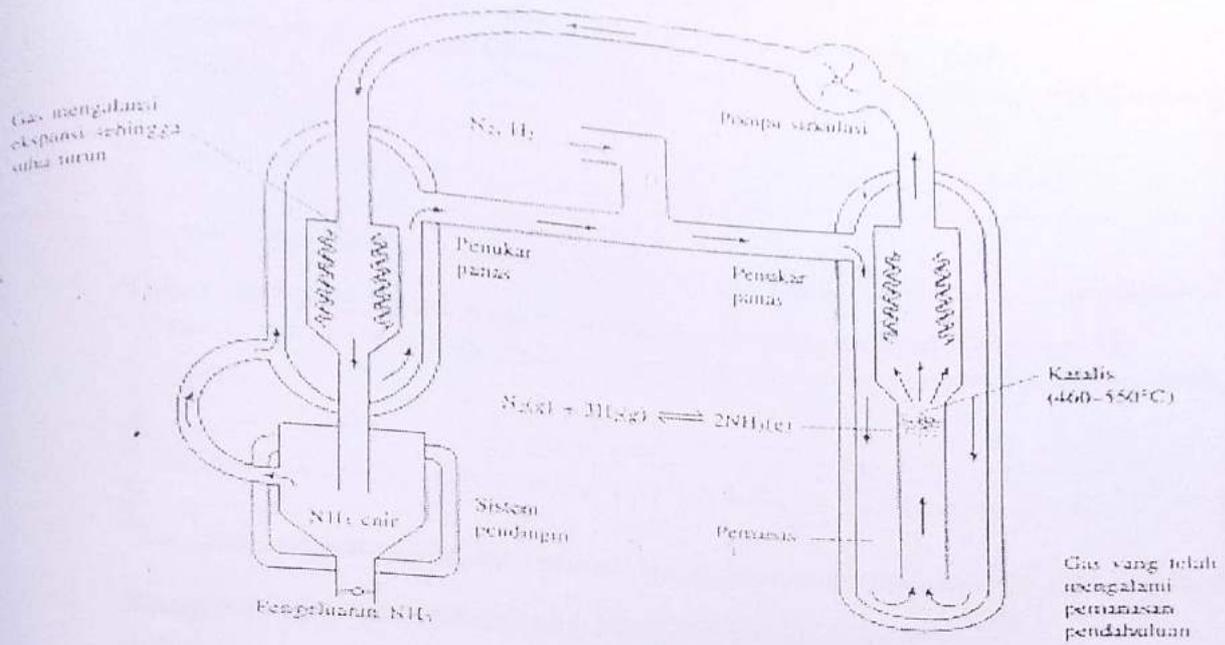
.....  
.....  
.....

- (\*pilih jawaban yang paling tepat)
3. Selain pengaturan suhu dan tekanan, apalagi yang dilakukan dalam proses Haber supaya industri itu lebih menguntungkan?

Jawab:

.....  
.....  
.....

4. Berikut adalah diagram/bagan proses Haber



- Tunjukkan dalam gambar, dari mana bahan baku (campuran nitrogen dan oksigen) dimasukkan?
- Tandai arah aliran pereaksi hingga menghasilkan produk dengan memberi tanda panah pada gambar
- Apa yang terjadi pada penukar panas-1 dan 2?

Penukar panas-1 : .....

Penukar panas-2 : .....

5. Dari manakah sumber nitrogen dan hidrogen yang digunakan dalam pembuatan amonia? Jelaskan.

Nitrogen : .....

Hidrogen : .....

6. Sebutkan penggunaan utama dari amonia!

Jawab:

.....

.....

2. Proses Kontak

Proses kontak digunakan dalam industri asam sulfat

1. Apa saja bahan baku pembuatan asam sulfat menurut proses kontak?

Jawab:

.....  
.....  
.....

2. Tulis reaksi yang terjadi pada pembuatan asam sulfat menurut proses kontak!

Jawab:

.....  
.....  
.....

3. Berapakah suhu dan tekanan yang digunakan dalam proses kontak?

Suhu :

Tekanan :

Apakah pengaturan suhu dan tekanan tersebut sudah sesuai dengan prinsip kesetimbangan? Jika tidak, mengapa demikian?

Suhu : sesuai/tidak sesuai\*

Alasan :

.....  
.....  
.....

Tekanan : sesuai/tidak sesuai\*

Alasan :

.....  
.....  
.....

4. Reaksi manakah yang memerlukan katalis tersebut? katalis apa yang digunakan?

.....  
.....  
.....

5. Bagaimana kondisi optimum dalam penggunaan katalis pada reaksi tersebut?

.....

.....

.....

6. Sebutkan penggunaan utama asam sulfat

.....

.....

.....

Kesimpulan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SELAMAT MENERJAKAN



# Lembar Kerja Siswa Pergeseran Kesetimbangan

Kelompok :  
 Nama :  
 Kelas :

**A. Judul :**

“ Pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan”

**B. Tujuan :**

Melalui praktikum siswa dapat :

- Merancang percobaan tentang pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan
- Mengetahui pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan
- Menyajikan hasil percobaan tentang pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan

**C. Pengantar**

Sesuai dengan azas Le Chatelier yang berbunyi “bila terhadap suatu kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi) maka sistem itu akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tersebut. Reaksi sistem terhadap aksi dari luar adalah dengan melakukan pergeseran kesetimbangan ke kiri atau ke kanan. Faktor-faktor yang dapat menggeser letak kesetimbangan :

Perubahan konsentrasi

- Jika konsentrasi diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke kanan.
- Jika konsentrasi diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke kiri.

**D. Alat dan Bahan :**

Tentukan alat dan bahan yang kalian perlukan berdasarkan prosedur kerja yang kalian susun sendiri!

No	Alat	Bahan

D. Prosedur Kerja :

Tentukanlah urutan prosedur kerja dibawah dengan mengisi nomor pada kolom yang tersedia!

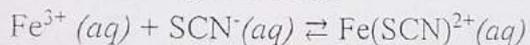
No	Prosedur Kerja
....	Amatilah perubahan warna larutan yang terjadi pada ketiga tabung reaksi, bandingkan warna larutan tersebut dengan larutan yang ada pada tabung reaksi keempat. Catat hasil pengamatan dalam tabel.
....	Masukkan 25 mL aquadest ke dalam gelas kimia, kemudian tambahkan lima tetes larutan FeCl <sub>3</sub> 1 M dan lima tetes larutan KSCN 1 M.
....	Pada tabung reaksi yang pertama tambahkan satu tetes larutan KSCN, pada tabung reaksi yang kedua tambahkan satu tetes larutan FeCl <sub>3</sub> , pada tabung reaksi yang ketiga tambahkan sebutir kecil Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .
....	Masukkan campuran tersebut masing-masing 5 mL ke dalam empat buah tabung reaksi yang diletakkan di dalam rak tabung reaksi.

E. Hasil Pengamatan :

Tabung reaksi	Zat yang ditambahkan	Warna larutan dibandingkan tabung keempat
1	SCN <sup>-</sup>	
2	Fe <sup>3+</sup>	
3	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	
4	Tanpa zat tambahan	

F. Analisis data

Pada reaksi kesetimbangan berikut:



Ke arah mana reaksi kesetimbangan akan bergeser jika:

- ditambahkan Fe<sup>3+</sup>
- ditambahkan SCN<sup>-</sup>
- ditambahkan Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

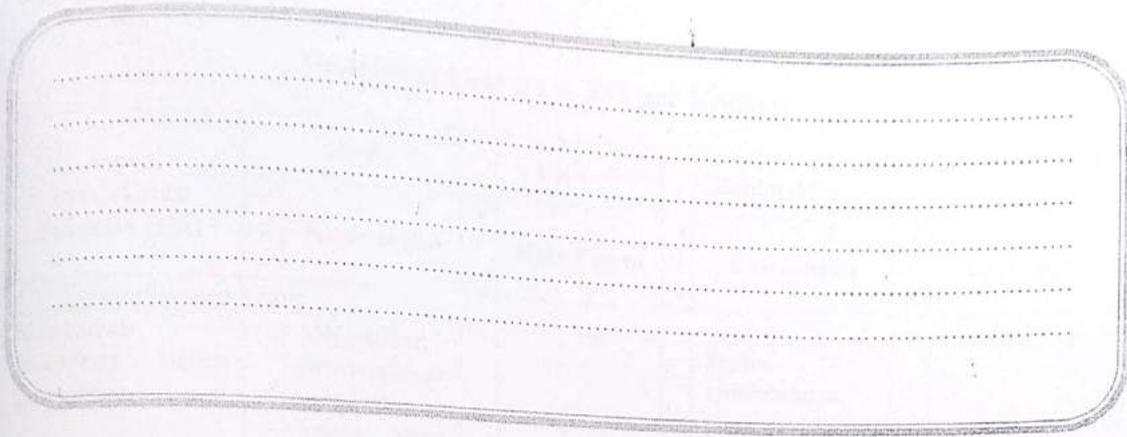
Jawab :

a. ....

b. ....

c. ....

G. Kesimpulan :



Lampiran 06

Distribusi Fase-Fase 5M per Konsep

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
1. Kesetimbangan Kimia								
Mengamati fenomena dalam pengantar	✓	Menyajikan permasalahan mengenai kertas yang dibakar	-	-	✓	Proses terbentuknya gua di daerah batu kapur	-	-
Menanya								
1 Hal-hal terkait	✓	Mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan mengenai permasalahan yang telah diberikan	-	-	-	-	-	-
2 Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	✓	Proses pembakaran kertas. Apakah bisa diubah menjadi kertas lagi?	✓	Ciri-ciri kesetimbangan kimia
Mengumpulkan Data								
1 Merumuskan hipotesis	✓	Siswa merumuskan hipotesis dari pertanyaan yang telah diajukan sebelumnya	✓	Siswa membuat hipotesis dari rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya	-	-	-	-
2 Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
5 Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-	-
6 Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-	-
7 Mencatat data hasil pengamatan	-	-	-	-	-	-	-	-
Menalar	✓	Memberikan	✓	Pertanyaan	✓	Definisi reaksi	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
		kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan		terkait reaksi irreversible dan reversibel		irreversible dan reversibel		
Mengomunikasikan	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
<b>2. Jenis Kesetimbangan</b>								
Mengamati fenomena dalam pengantar	-	-	✓	Reaksi disosiasi gas $N_2O_4$ menjadi gas $NO_2$ , penguraian cuka, dan proses pemanasan $CaCO_3$	-	Jenis-jenis dari kesetimbangan, definisinya, dan contoh dari jenis-jenis kesetimbangan	-	-
<b>Menanya</b>								
1 Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mengumpulkan Data</b>								
1 Merumuskan hipotesis	-	-	✓	Siswa membuat hipotesis dari rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya	-	-	-	-
2 Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
5 Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-	-
6 Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-	-
7 Mencatat data hasil	-	-	-	-	-	-	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
pengamatan								
Menalar	-	-	✓	Pertanyaan terkait reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen	-	-	-	-
Mengomunikasikan	-	-	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
<b>3. Asas Le Chatelier</b>								
Mengamati fenomena dalam pengantar	-	-	✓	Bunyi asas Le Chatelier dan faktor-faktor yang dapat menggeser kesetimbangan	✓	Definisi asas Le Chatelier	-	-
<b>Menanya</b>								
1 Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mengumpulkan Data</b>								
1 Merumuskan hipotesis	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	✓	Siswa menentukan alat dan bahan sendiri untuk melakukan percobaan	-	-	-	-
4 Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
5 Menulis prosedur kerja	-	-	✓	Menentukan tahapan prosedur kerja untuk percobaan yang akan dilakukan	-	-	-	-
6 Menulis tabel/format	-	-	-	-	-	-	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran		
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	
7	✓		✓		✓		✓		
pencatatan data	-		-		-		-		
Mencatat data hasil pengamatan	-	-	✓	Siswa mencatat hasil percobaan yang telah dilakukan	-	-	-	-	
Menalar	-	-	✓	Siswa memberikan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan	✓	Definisi pergeseran kesetimbangan dari asas Le Chatelier	-	-	
Mengomunikasikan	-	-	-	-	-	-	-	-	
4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan									
Mengamati fenomena dalam pengantar									
a	Perubahan konsentrasi	✓	Guru menyajikan permasalahan dengan memberikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan	✓	Berdasarkan asas Le Chatelier aksi-aksi yang menyebabkan pergeseran kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume.	✓	Yang terjadi jika konsentrasi dinaikkan atau diturunkan	✓	Guru memberikan contoh suatu reaksi kesetimbangan dan mengandaikan jika komponen di geser dan diberikan suatu perlakuan
b	Perubahan suhu	✓	Guru menyajikan permasalahan dengan memberikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan	✓	Berdasarkan asas Le Chatelier aksi-aksi yang menyebabkan pergeseran kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume.	✓	Yang terjadi jika suhu ditambah atau dikurang	✓	Guru memberikan contoh suatu reaksi kesetimbangan dan mengandaikan jika komponen di geser dan diberikan suatu perlakuan
c	Pengaruh perubahan volume	✓	Guru menyajikan permasalahan dengan memberikan data	✓	Berdasarkan asas Le Chatelier aksi-aksi yang menyebabkan	✓	Perubahan volume tergantung dengan komponen yang menyusunnya	✓	Guru memberikan contoh suatu reaksi kesetimbangan dan

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
		percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan		n pergeseran kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume.				mengandaikan jika komponen di geser dan diberikan suatu perlakuan
d Tekanan		Guru menyajikan permasalahan dengan memberikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan		Berdasarkan asas Le Chatelier aksi-aksi yang menyebabkan pergeseran kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume.		Pengaruh volume dan tekanan pada reaksi kesetimbangan $SO_3$		Guru memberikan contoh suatu reaksi kesetimbangan dan mengandaikan jika komponen di geser dan diberikan suatu perlakuan
Menanya								
a	Perubahan konsentrasi							
1	Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	-	Guru memberikan pertanyaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia
2	Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-
b	Perubahan suhu							
1	Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	-	Guru memberikan pertanyaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia
2	Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-
c	Pengaruh perubahan volume							
1	Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	-	Guru memberikan pertanyaan tentang faktor-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
								faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia
2	Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-
d Tekanan								
1	Hal-hal terkait	-	-	-	-	-	✓	Guru memberikan pertanyaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia
2	Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	-	-
Mengumpulkan Data								
a. Perubahan konsentrasi								
1	Merumuskan hipotesis	✓	Siswa merumuskan hipotesis dengan bimbingan guru	-	-	✓	Jika konsentrasi pereaksi atau produk reaksi berubah, maka kesetimbangan akan bergeser	-
2	Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	✓	Jumlah penambahan larutan dan warna yang teramati	-
3	Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-
4	Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-
5	Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-
6	Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-
7	Mencatat data hasil pengamatan	-	-	-	-	✓	Warna hasil reaksi menjadi lebih pekat	-
b. Perubahan suhu								
1	Merumuskan hipotesis	✓	Siswa merumuskan hipotesis dengan bimbingan guru	-	-	-	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
2								
3								
4								
5								
6								
7								
c. Pengaruh perubahan volume								
1	Merumuskan hipotesis	✓ Siswa merumuskan hipotesis dengan bimbingan guru	-	-	✓ Jika volume diperbesar maka kesetimbangan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya besar. Begitupun sebaliknya.	-	-	-
2	Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	✓ Penambahan volume larutan dan warna yang teramati	-	-	-
3	Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-
4	Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-
5	Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-
6	Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-
7	Mencatat data hasil pengamatan	-	-	-	✓ Warna hasil reaksi menjadi lebih muda	-	-	-
d. Tekanan								
1	Merumuskan hipotesis	✓ Siswa merumuskan hipotesis dengan bimbingan guru	-	-	-	-	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)		RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
		✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
2	Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Mencatat data hasil pengamatan	-	-	-	-	-	-	-	-
Menalar									
a	Perubahan konsentrasi	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan	✓	Pertanyaan tentang arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh konsentrasi	✓	Jika pada sistem kesetimbangan salah satu komponen ditambah, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah berlawanan. Begitu juga sebaliknya.	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan
b	Perubahan suhu	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan	✓	Pertanyaan tentang arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh perubahan suhu	✓	Jika suhu reaksi dinaikkan (kalor ditambah), maka sistem akan menyerap kalor tersebut. Kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm. Begitu juga sebaliknya.	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan
c	Pengaruh perubahan volume	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan	✓	Pertanyaan tentang arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh pengaruh perubahan volume	✓	Jika volume diperbesar maka kesetimbangan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya besar.	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
d Tekanan	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan	✓	Pertanyaan tentang arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh tekanan	✓	Jika tekanan ditingkatkan maka reaksi akan menuju ke arah reaksi yang mempunyai mol lebih kecil. Begitu juga sebaliknya.	✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan
Mengomunikasikan								
a Perubahan konsentrasi	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
b Perubahan suhu	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
c Pengaruh perubahan volume	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
d Tekanan	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS	-	-	-	-	✓	Siswa menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS
5. Kesetimbangan dalam Industri								
Mengamati fenomena dalam pengantar	✓	Guru memberikan permasalahan mengenai data pembuatan ammonia dalam industri	✓	Proses Haber-Bosh yang berpedoman pada asas Le Chatelier	✓	Proses pembuatan ammonia menurut proses Haber-Bosh dan pembuatan asam sulfat menurut proses kontak	✓	Kesetimbangan dalam industri berpedoman dengan asas Le Chatelier
Menanya								
1 Hal-hal terkait	✓	Siswa mengajukan pertanyaan sesuai permasalahan yang telah diberikan	-	-	-	-	-	-

## Lanjutan

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
		oleh guru						
2	Rumusan masalah investigatif	-	-	-	-	-	✓	Bunyi asas Le Chatelier dan perlakuan yang mempengaruhi kesetimbangan kimia
Mengumpulkan Data								
1	Merumuskan hipotesis	✓	Siswa merumuskan hipotesis dengan bimbingan guru	-	-	-	-	-
2	Merumuskan variabel pembuktian hipotesis	-	-	-	-	-	-	-
3	Menentukan alat dan bahan percobaan	-	-	-	-	-	-	-
4	Merancang alat percobaan	-	-	-	-	-	-	-
5	Menulis prosedur kerja	-	-	-	-	-	-	-
6	Menulis tabel/format pencatatan data	-	-	-	-	-	-	-
7	Mencatat data hasil pengamatan	-	-	-	-	-	-	-
Menalar		✓	Memberikan kesimpulan terkait pembelajaran yang sudah dilakukan	✓	Pertanyaan terkait proses Haber-Bosh dan proses kontak	✓	Pada reaksi pembentukan ammonia melalui proses Haber-Bosh akan lebih menguntungkan, jika pembentukan $\text{NH}_3$ terjadi pada suhu rendah dan tekanan tinggi. Pada pembuatan asam sulfat melalui proses kontak adalah reaksi yang terjadi termasuk reaksi eksoterm.	-
Mengomunikasikan		✓	Siswa	-	-	-	✓	Siswa

**Lanjutan**

Aspek Pendekatan Saintifik (5M)	RPP		LKS		Bahan Ajar		Video Proses Pembelajaran	
	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan	✓ / -	Keterangan
		menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS						menyajikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKS



Lampiran 07a

Deskripsi Jawaban Butir Tes Pilihan Ganda dengan Alasan

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
Mengidentifikasi keberadaan reaksi kesetimbangan dari data kualitatif reaksi bolak balik	PG 1	C 2	B Pernyataan nomor I dan III berlangsung dua arah (perubahan terjadi secara bolak-balik, baik dari pereaksi menjadi produk maupun dari produk menjadi pereaksi) pada rentangan kondisi normal	8 1) Karena pada penjelasan kesetimbangan sudah dijelaskan ketika salah satu ditambah ia akan <u>bergerak</u> ke arah tertentu 2) Karena jika suatu reaksi berlangsung terdapat penambahan zat lain, maka akan berpengaruh pada suatu intensitas warna 3) Karena pada nomor I dan II itu termasuk kesetimbangan secara kualitatif 4) Karena pada penjelasan kesetimbangan sudah dijelaskan ketika salah satu konsentrasi ditambah ia akan bergeser ke arah	11 1) Karena reaksi tersebut bisa bolak-balik, yakni reaksinya dapat ke arah produk dan dapat ke arah reaktan dan dapat mencapai kesetimbangan 2) Karena reaksi kesetimbangan secara kualitatif adalah reaksi yang berisikan penguraian atau <u>penjumlahan</u> zat-zat atau senyawa-senyawa yang akan menghasilkan senyawa yang baru 3) Karena kesetimbangan secara kualitatif yaitu semakin ditambah dengan larutan	3 1) Karena pernyataan II dan III terjadi reaksi kesetimbangan yang tidak dapat kembali ke keadaan semula	2 1) Karena pernyataan nomor I dan III adalah reaksi kesetimbangan kualitatif 2) Karena pernyataan I dan III tidak termasuk reaksi kesetimbangan secara kualitatif	0	1

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
			<p>konsentrasi yang lebih kecil</p> <p>5) Karena reaksi kesetimbangan kualitatif adalah reaksi yang</p>	<p>maka warnanya akan meningkat, dan sebaliknya jika larutan dikurangi dengan larutan lain maka warnanya akan semakin menurun atau pudar</p> <p>4) Karena pernyataan I dan III merupakan kesetimbangan secara kualitatif</p> <p>5) Karena kualitatif sendiri yaitu bisa kita lihat langsung seperti perubahan warna pada I dan III, kita bisa amati secara langsung kemana kesetimbangan itu bergeser</p> <p>6) Karena sesuai dengan pengertian</p>					

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
					kualitatif yang berhubungan dengan pengamatan warna, dan nomor II dan IV tidak tepat dalam pengamatan warna				
Menganalisis grafik hubungan konsentrasi reaktan dan produk terhadap waktu dari reaksi kesetimbangan	PG 2	C 4	<p>A</p> <p>Pada awal reaksi atau pada detik ke-0, konsentrasi reaktan belum mengalami perubahan. Sedangkan konsentrasi produk masih 0 karena belum terbentuk. Saat reaksi terjadi, konsentrasi reaktan mulai berkurang dan konsentrasi produk mulai bertambah hingga mencapai keadaan setimbang. Setelah mencapai keadaan setimbang, konsentrasi reaktan maupun konsentrasi produk tidak berubah atau konstan.</p>	<p>4</p> <p>1) Karena jika konsentrasi gas HI meningkat maka konsentrasi gas H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> akan menurun dalam waktu yang bersamaan</p>	<p>14</p> <p>1) Karena hubungan konsentrasi gas-gas yang bereaksi terhadap waktu dari gas H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> pada suhu 150°C adalah sama</p> <p>2) Karena gas HI dengan H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> sudah dikatakan setimbang</p> <p>3) Karena dari grafik tersebut sudah menunjukkan kesetimbangan dari <math>H_2 + I_2 \rightleftharpoons HI</math></p> <p>4) Karena mula-mula H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, dan HI belum</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>1</p> <p>1) Karena grafik nomor V menunjukkan hubungan konsentrasi gas-gas yang bereaksi terhadap waktu dari reaksi kesetimbangan pembentukan gas HI dari gas H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> pada suhu 150°C</p>	<p>6</p>

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
					<p>setimbang lama-kelamaan maka akan mencapai puncak kesetimbangan</p> <p>5) Karena pembentukan gas HI dari gas H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> yaitu H<sub>2(g)</sub> + I<sub>2(g)</sub> ⇌ HI mengalami peningkatan suhu. Akan tetapi pada reaksi itu memiliki koefisien sama berarti reaksi itu adalah setimbang</p> <p>6) Pada suhu 150°C, gas H<sub>2</sub> dan I<sub>2</sub> sedang bereaksi untuk membentuk gas HI, sehingga grafik gas HI menunjukkan penurunan waktu dari konsentrasi tersebut</p> <p>7) Karena pada saat setimbang t<sub>produk</sub> = t<sub>reaktan</sub></p>				

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
Mendefinisikan kesetimbangan kimia	PG 3	C 2	<p>B</p> <p>Karena pada saat kesetimbangan tercapai, laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri. Dan komposisi konsentrasi zat-zat (produk dan reaktan) dalam kesetimbangan adalah tertentu</p>	<p>9</p> <p>1) Karena sudah terbukti jelas dalam definisi kesetimbangan kimia yaitu suatu reaksi dapat balik dan reaksi maju serta <u>laju reaksi</u> memiliki kecepatan yang sama</p> <p>2) Karena pernyataan nomor I, II, dan III merupakan ciri-ciri dari kesetimbangan kimia yang dapat membangun definisi kesetimbangan kimia</p>	<p>12</p> <p>1) Karena pada nomor I, II, dan IV termasuk definisi kesetimbangan kimia. Yang nomor I reaksi memang berlangsung bolak-balik, yang nomor II laju reaksi kanan sama dengan laju reaksi ke kiri, yang nomor IV komposisi tertentu</p> <p>2) Karena pada reaksi kesetimbangan untuk mencapai titik setimbang, reaksi tidak akan berhenti bergerak secara mikroskopis</p> <p>3) Karena di buku LKS sudah dijelaskan bahwa option B termasuk ciri-ciri dari kesetimbangan</p>	<p>0</p>	<p>3</p> <p>1) Karena berdasarkan ciri-ciri kesetimbangan dan kesetimbangan kimia merupakan jumlah produk sama dengan reaktan</p> <p>2) Karena pernyataan II, III, dan V merupakan definisi dari kesetimbangan kimia</p>	<p>0</p>	<p>1</p>

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					TM
				A	B	C	D	E	
Menggambarkan partikel-partikel zat (reaktan dan produk) dari reaksi kesetimbangan saat setimbang	PG 4	C 4	<p style="text-align: center;">C</p> <p>Reaksi yang terjadi : <math>\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5</math>            Karena pada saat kesetimbangan tercapai, reaksi bolak-balik berlangsung secara terus menerus. Hal ini menyebabkan partikel reaktan tidak habis, karena terbentuk kembali dari produk. Sehingga zat-zat pereaksi dan zat-zat hasil reaksi terdapat bersama-sama. Gambar pada option C menunjukkan adanya partikel <math>\text{PCl}_3</math>, <math>\text{Cl}_2</math>, dan <math>\text{PCl}_5</math> secara bersama dalam satu wadah</p>	<p style="text-align: center;">A 10</p> <p>1) Karena pada gambar A terdapat reaksi <math>\text{PCl}_3</math> dan <math>\text{Cl}_2</math> setimbang dengan jumlah partikel yang sama yaitu sebanyak 9 partikel</p>	<p style="text-align: center;">B 9</p> <p>1) Karena keadaan partikel pada saat setimbang dari reaksi antara gas <math>\text{PCl}_3</math> dan <math>\text{Cl}_2</math> setelah direaksikan kedua gas tersebut akan menyatu atau bergabung menjadi satu            2) Karena hasil dari reaksi <math>\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5</math> (reaksi setimbang) maka hasilnya akan setimbang            3) Karena keadaan setimbang yaitu dimana jumlah pereaksi sama dengan jumlah hasil reaksi</p>	<p style="text-align: center;">C 0</p>	<p style="text-align: center;">D 3</p> <p>1) Karena pada saat setimbang keadaan partikel gas <math>\text{PCl}_3</math> dan <math>\text{Cl}_2</math> akan bereaksi dan membentuk gas <math>\text{PCl}_5</math></p>	<p style="text-align: center;">E 0</p>	3
Menuliskan rumusan konstanta kesetimbangan kimia	PG 5	C 4	<p style="text-align: center;">E</p> <p>Karena menurut hukum kesetimbangan kimia, hasil kali konsentrasi setimbang zat di ruas</p>	<p style="text-align: center;">A 4</p> <p>1) Rumus yang digunakan untuk menentukan harga Kc yaitu hasil reaksi dibagi dengan</p>	<p style="text-align: center;">B 0</p>	<p style="text-align: center;">C 3</p> <p>1) Karena rumus untuk menentukan Kc adalah reaktan dibagi produk            2) Karena rumus dari Kc adalah hasil</p>	<p style="text-align: center;">D 0</p>	<p style="text-align: center;">E 17</p> <p>1) Karena rumus Kc yaitu hasil reaksi (produk) yang dipangkatkan dengan</p>	1

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
			<p>kanan dibagi dengan hasil kali konsentrasi setimbang zat di ruas kiri yang dipangkatkan dengan koefisien reaksinya masing-masing menghasilkan konstanta kesetimbangan kimia. Rumusan matematis dari hukum kesetimbangan kimia merupakan cara untuk mencari nilai konstanta kesetimbangan. Sehingga harga konstanta kesetimbangan kimia dari reaksi <math>\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})</math> adalah <math>K_c = \frac{[\text{CO}]^2[\text{H}_2]^2}{[\text{CH}_4][\text{CO}_2]}</math></p>	<p>hasil pereaksi</p> <p>2) Karena cara untuk mencari <math>K_c</math> adalah hasil dari reaksi dibagi dengan pereaksi atau reaktan dibagi dengan produk</p>		<p>reaktan dibagi produk dan pangkat 2</p>		<p>koefisiennya kemudian dibagi dengan reaktan (pereaksinya) dipangkatkan dengan koefisiennya</p> <p>2) Karena pangkatnya sesuai dengan koefisiennya <math>\text{H}_2</math> dan <math>\text{CO}</math> dengan koefisien 2 dan <math>\text{CH}_4</math> dan <math>\text{CO}_2</math> dengan koefisien 1 maka <math>K_c</math>nya seperti option E</p> <p>3) Untuk menentukan harga <math>K_c</math> reaksi kanan <math>[\text{CO}][\text{H}_2]^2</math> dibagi <math>[\text{CH}_4][\text{CO}_2]</math> reaksi kiri</p> <p>4) Karena hasil kali konsentrasi yang dipangkatkan dalam reaktan dibagi dengan hasil kali konsentrasi yang dipangkatkan dalam produk</p>	

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
Mengkontraksi hubungan konstanta kesetimbangan dengan variabel konsentrasi (Kc) dengan variabel tekanan (Kp) atau sebaliknya	PG 6	C 3	<p>C</p> <p>Mol HI setimbang = <math>M \times v</math>  <math>= 0,078 \times 2 = 0,156</math></p> <p><math>2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}</math>            m : 0,2            r : 0,044 0,022            0,022            s : 0,156 0,022            0,022</p> <p><math>M = \frac{0,156}{2} \frac{0,022}{2}</math>  <math>\frac{0,022}{2}</math>  <math>= 0,078</math> 0,011            0,011</p> <p><math>K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}</math>  <math>= \frac{(0,011)(0,011)}{(0,078)^2}</math>  <math>= \frac{0,000121}{0,006084}</math>  <math>= 0,02</math></p> <p><math>K_p = [K_c] (RT)^{\Delta n}</math>  <math>= 0,02 \times (0,082 \times 453)^{(1+1)-2}</math>  <math>= 0,02 \times 1</math>  <math>= 0,02</math></p>	6 1) $K_p = \frac{[HI]}{RT} = \frac{0,078}{0,082 \times 726} = \frac{0,078}{6532} = 0,11$	1 Tidak membuat alasan	1 Tidak membuat alasan	2 Tidak membuat alasan	0	15
	PG 7		D	0	1 Tidak membuat alasan	2 Tidak membuat alasan	3 1) $K_p = K_c \frac{RT}{[C_2H_4][H_2O]} = 0,82 \times 10^2 = \frac{0,082 \times 500}{10 \times 20}$	0	19

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
			$K_c = 0.82 \times 10^2$ $\Delta n =$ jumlah konsentrasi ruas kiri - jumlah konsentrasi ruas kanan $= 1 - 2 = -1$ $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ $= 0.82 \times 10^2$ $(0.082 \times 500)^{-1}$ $= \frac{0.82 \times 100}{0.082 \times 500}$ $= \frac{10}{5} = 2$ $\rho = K_p \times \rho_{\text{eter}} \times \rho_{\text{air}}$ $= 2 \times 10 \times 20$ $= 400 \text{ atm}$				$= 0,082 \times 10^2 \times \frac{41}{200}$ $= \frac{164 \times 10^2}{41} = 400$		
Menjelaskan pengaruh perubahan konsentrasi terhadap kesetimbangan kimia	PG 8	C 4	<p>B</p> <p>Karena ketika SCN<sup>-</sup> ditambah, berarti ada penambahan konsentrasi Fe<sup>3+</sup> sehingga menuju ke arah pembentukan produk yang ditandai dengan meningkatnya intensitas warna merah</p>	<p>7</p> <p>1) Jika konsentrasi Fe<sup>3+</sup> berkurang akan menyebabkan intensitas warna meningkat menjadi merah</p> <p>2) Untuk meningkatkan produk, maka dengan mengurangi konsentrasi Fe<sup>3+</sup> dan bergeser ke koefisien yang lebih besar</p>	<p>12</p> <p>1) Karena jika konsentrasi Fe<sup>3+</sup> bertambah maka kesetimbangan akan bergeser ke arah produk. Jadi intensitas warna pada produk akan meningkat</p>	<p>0</p>	<p>3</p> <p>1) Jika mengurangi konsentrasi Fe<sup>3+</sup> maka arahnya ke kanan</p>	<p>2</p> <p>1) Di dalam kesetimbangan tersebut konsentrasi [FeSCN]<sup>+</sup> berkurang karena jika konsentrasi atau tekanan diperkecil maka produk akan meningkat dan bergeser ke arah kanan</p> <p>2) Karena jika konsentrasi Fe berkurang maka kesetimbangan</p>	<p>1</p>

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
								akan bergeser ke kiri dan akan menyebabkan warna merah semakin meningkat	
Menjelaskan pengaruh perubahan volume wadah terhadap kesetimbangan kimia	PG 9	C 3	<p>A</p> $\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$ <p>Koefisien di kiri : 1 + 3 = 4 Koefisien di kanan : 1 + 1 = 2</p> <p>Jadi jika volume diperkecil maka kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan yang memiliki koefisien terkecil hal ini dapat mengurangi jumlah partikel yang ada dalam wadah, sehingga dapat menstabilkan tekanan pada wadah akibatnya volume wadah yang diperkecil.</p>	<p>13</p> <p>1) Karena pada reaksi kesetimbangan apabila volume sistem diperkecil maka akan bergeser ke koefisien yang paling kecil. Dari data itu yang koefisien terkecil adalah CH<sub>4</sub></p> <p>2) Karena jika pada suhu tetap, dan volume diperkecil maka reaksi yang terjadi pada suhu 686<sup>o</sup>C akan bergeser ke arah produk dan harga K akan tetap</p> <p>3) Karena jika volume sistem ditambah maka harga K tetap dan</p>	<p>4</p> <p>1) Karena pernyataan tersebut menyatakan jika volume sistem diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan CH<sub>4</sub> dan harga K semakin kecil dan begitupun sebaliknya jika volumenya diperbesar maka akan bergeser ke arah lawannya</p> <p>2) Kesetimbangan bergerak ke arah pembentukan CH<sub>4</sub> dan harga K semakin kecil</p>	<p>3</p> <p>1) Karena jika volume sistem diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke koefisien yang lebih kecil yaitu CH<sub>4</sub> dan harga K akan semakin besar</p>	<p>2</p> <p>1) Karena jika suhu tetap dan volume diperkecil kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan CO<sub>2</sub> dan harganya semakin kecil</p> <p>2) Hal ini terjadi karena adanya pengurangan volume pada CH<sub>4(g)</sub> + H<sub>2</sub>O(g) yang dapat menyebabkan volume pada CO<sub>2</sub> bertambah atau semakin besar</p>	<p>1</p> <p>1) Kesetimbangan bergeser ke arah CO<sub>2</sub> dan K diperbesar karena jika volume diperkecil kesetimbangan akan bergeser ke koefisien paling kecil</p>	2

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
			4) Karena berdasarkan ciri-ciri kesetimbangan, kesetimbangan bisa terjadi jika suhu dan volume tetap						
Menjelaskan pengaruh perubahan tekanan terhadap kesetimbangan kimia	PG 10	C 4	<p>B</p> $\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(g)}$ <p>Koefisien di kiri : 1 + 3 = 4 Koefisien di kanan : 2</p> <p>Jika tekanan diperbesar maka volume diperkecil sehingga kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan yang memiliki koefisien kecil atau ke arah pembentukan <math>\text{NH}_3</math> sehingga jumlah partikel <math>\text{NH}_3</math> bertambah sedangkan partikel <math>\text{N}_2</math> dan <math>\text{H}_2</math> berkurang</p>	0	13	1	2	0	9
					1) Gas $\text{H}_2$ dan $\text{N}_2$ akan menjadi sedikit sedangkan gas $\text{NH}_3$ akan bertambah banyak 2) Karena dalam reaksi pembuatan gas ammonia dari gas hidrogen dan nitrogen atau bisa ditulis $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ artinya di dalam tabung tersebut berisikan gas $\text{N}_2$ , $\text{H}_2$ , dan $\text{NH}_3$ maka semua gas tersebut akan	Tidak membuat alasan	1) Karena menurut Le Chatelier jika pada suatu sistem yang sedang berlangsung dilakukan aksi, maka timbul reaksi sehingga tekanan dapat diperkecil		

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
					bergabung menjadi satu 3) Karena gas hidrogen dan nitrogen sudah setimbang 4) Karena sesuai dengan bunyi hukum asas Le Chatelier dimana di dalam suatu kesetimbangan terdapat suatu aksi, maka timbullah reaksi untuk mengurangi aksi tersebut 5) Karena sesuai asas Le Chatelier yaitu dipengaruhi oleh adanya tekanan apabila tekanan $N_2$ atau $3H_2$ ditambah maka akan bergeser ke koefisien yang lebih kecil				
Menjelaskan pengaruh perubahan	PG 11	C 4	C Hal ini sesuai dengan asas Le Chatelier	0	5	19	0	0	1
					1) Karena reaksi yang	1) Karena pengaruh kesetimbangan			

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
suhu terhadap kesetimbangan kimia			yaitu jika suhu ditingkatkan maka reaksi kesetimbangan bergeser ke arah reaksi yang menyerap kalor ( $\Delta H = \text{positif}$ ) untuk menstabilkan suhu		menghasilkan produk lebih banyak ketika suhu ditingkatkan maka reaksi tersebut akan bergeser ke kanan, maka nomor I, II, IV memiliki produk lebih banyak	2) Karena apabila suhu ditingkatkan maka reaksi akan bergeser ke arah reaksi endoterm, dari jawaban tersebut reaksi I, IV, V yang menghasilkan produk lebih banyak 3) Reaksi yang menyerap kalor banyak dan volume diperbesar maka reaksi tersebut disebut reaksi endoterm			
Menjelaskan pengaruh penambahan katalis terhadap kesetimbangan kimia	PG 12	C 4	E Ketika menambahkan katalis akan mempercepat terjadinya keadaan setimbang. Meskipun katalis dapat mempercepat pencapaian keadaan setimbang, namun	2 1) Karena dengan cara mengalirkan gas $\text{SO}_2$ ke dalam wadah reaksi akan menyebabkan atau mempercepat sebuah reaksi tersebut	1 1) Saat suhu reaksi ditingkatkan, maka reaksi antara gas $\text{SO}_2$ dengan gas $\text{O}_2$ akan mengalami reaksi yang cepat	1 1) Karena jika tekanan dikurangi maka posisi kesetimbangan tidak akan berubah dan akan mempercepat reaksi	0	18 1) Karena dengan menambahkan senyawa $\text{V}_2\text{O}_5$ sebagai katalis maka tidak bisa mengubah posisi kesetimbangan dan akan mempercepat reaksi	3

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
			katalis tidak menggeser posisi kesetimbangan					2) Karena cuma ada 4 faktor 3) Karena saat kita menambah $V_2O_5$ sebagai katalis zat asam sulfat melalui proses kontak dan tidak mengubah posisi kesetimbangan dan mempercepat reaksi 4) Senyawa $V_2O_5$ berwujud padat dan tidak bisa di setimbangkan 5) Karena katalis tidak berfungsi untuk mengurangi proses kesetimbangan tetapi dia hanya membantu dalam proses reaksi	
Membedakan sistem kesetimbangan homogen dan heterogen	PG 13	C 4	D Karena pada reaksi kesetimbangan nomor II, IV, V semua komponennya memiliki fase yang sama	1 1) Kesetimbangan kimia homogen dapat bereaksi pada suhu kamar	5 1) Karena sistem kesetimbangan homogen merupakan kesetimbangan dimana seluruh zat yang terlibat dalam persamaan reaksi	3 1) Karena sistem kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan yang berisi penguraian, pembentukan dari senyawa-senyawa yang ada dan	13 1) Karena sistem kesetimbangan kimia homogen hanya bisa terbentuk pada suatu reaksi melalui satu fase, sedangkan pada pernyataan ke I dan	0	3

Indikator	Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban	Siswa yang Menjawab (dari 25 orang)					
				A	B	C	D	E	TM
					<p>mempunyai wujud yang sama</p> <p>2) Karena reaksi tersebut bersifat homogen atau sama dengan jenis nomor I sama ion, II sama gas, dan yang ke IV juga sama ion</p>	<p>terbentuk pada ruang yang tertutup. Maka dari itu ditunjukkan oleh nomor II, III, dan IV</p>	<p>III merupakan kesetimbangan kimia heterogen yang terbentuk melalui dua fase atau lebih</p> <p>2) Karena senyawa homogen hanya bisa terbentuk pada 1 fase yang sama seperti II (gas), IV (terjadi pada ion) dan V (gas)</p> <p>3) Karena ketiganya termasuk kesetimbangan homogen</p> <p>4) Karena II, IV, dan V pereaksi dimasukkan ke reaktan</p> <p>5) Karena homogen adalah memiliki jumlah reaksinya 1</p>		

Lampiran 07 b

Deskripsi Jawaban Butir Tes Uraian

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)			
Merencanakan percobaan untuk mendefinisikan kesetimbangan kimia	<b>U1</b> Rancanglah sebuah percobaan untuk membuktikan hipotesis “Dalam Kesetimbangan Kimia terjadi reaksi bolak-balik”, yang meliputi : a. Variabel percobaan (variabel bebas, terikat, dan kontrol)	C 4	1) Variabel bebas : Jumlah penambahan larutan Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , larutan KSCN, dan larutan Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> atau penambahan (peningkatan konsentrasi) atau pengurangan (penurunan konsentrasi) zat reaktan atau produk	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0			
			2) Variabel terikat : Perubahan warna yang teramati (jenis atau intensitas) setelah penambahan						
			3) Variabel kontrol : Konsentrasi larutan [FeSCN] <sup>2+</sup> atau warna tidak terlalu pekat dan volume akhir dalam varian perlakuan sama						
			Menjawab tiga variabel tapi kurang lengkap				Tidak ada siswa yang menjawab	4	0
			Satu variabel salah				Tidak ada siswa yang menjawab	3	0
			Dua variabel salah				Tidak ada siswa yang menjawab	2	0
Semua variabel salah	1) Fe <sup>3+</sup> (aq) + SCN <sup>-</sup> (aq) ⇌ [FeSCN] <sup>+</sup> (aq) 2) N <sub>2(g)</sub> + 3H <sub>2(g)</sub> ⇌ 2NH <sub>3(g)</sub>	1	5						
Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	20						
Mengolah data hasil percobaan untuk mendefinisikan kesetimbangan kimia	b. Alat dan bahan yang diperlukan	C 4	<b>Alat Kimia</b>	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0			
			Gelas Kimia				Larutan Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>		
			Pipet tetes				Larutan KSCN		
			Tabung reaksi				Larutan Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		
			Gelas Ukur				Air Suling (akuades)		
			Rak tabung reaksi						

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)										
			Satu jenis bahan tidak ada/salah Satu jenis alat tidak ada/salah	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Alat Kimia</th> <th>Bahan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelas Kimia</td> <td>Larutan FeCl<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>Pipet tetes</td> <td>Air Suling (akuades)</td> </tr> <tr> <td>Tabung reaksi</td> <td>Larutan HCl</td> </tr> <tr> <td>Rak tabung reaksi</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Alat Kimia	Bahan	Gelas Kimia	Larutan FeCl <sub>3</sub>	Pipet tetes	Air Suling (akuades)	Tabung reaksi	Larutan HCl	Rak tabung reaksi		4	1
Alat Kimia	Bahan															
Gelas Kimia	Larutan FeCl <sub>3</sub>															
Pipet tetes	Air Suling (akuades)															
Tabung reaksi	Larutan HCl															
Rak tabung reaksi																
			Dua jenis bahan tidak ada/salah Dua jenis alat tidak ada/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0										
			Semua jenis bahan tidak ada/salah Tiga jenis alat tidak ada/salah	Alat : Tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes Bahan tidak ada dijawab	2	7										
			Semua jenis bahan tidak ada/salah Empat atau lebih jenis alat tidak ada/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	1	0										
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	17										
	c. Langkah kerja		1) Campurkan 5 mL larutan Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 1 M dan 5 mL Larutan KSCN 1 M dalam 20 mL air suling (akuades). 2) Masing-masing 3 mL larutan yang terbentuk dimasukkan ke dalam 7 buah tabung reaksi. 3) Tabung reaksi pertama digunakan sebagai kontrol. 4) Tabung reaksi kedua dan ketiga ditambahkan dengan berturut-turut 3 dan 5 tetes Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 1 M 5) Tabung reaksi keempat dan kelima ditambahkan dengan berturut-turut 3 dan 5 tetes KSCN 1 M 6) Tabung reaksi keenam dan ketujuh	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0										

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)												
			ditambahkan dengan berturut-turut 3 dan 5 tetes $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 1 M															
			7) Warna larutan yang termati pada tabung kedua hingga ketujuh dibandingkan dengan warna larutan pada tabung pertama.															
			Satu tahap tidak ada/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	4	0												
			Dua tahap tidak ada/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0												
			Tiga atau lebih tahap tidak ada/salah	Langkah kerja : Pertama, siapkan 2 gelas ukur dan masukkan larutan yang sudah diukur kedalam tiap-tiap gelas larutan. Kemudian letakkan kedalam rak, dan ambillah larutan dengan menggunakan pipet tetes dan reaksikan secara bolak-balik	2	1												
			Tidak ada tahapan yang benar	Langkah kerja : a) Siapkan alat dan bahan yang sudah disiapkan b) Ambillah larutan $\text{Fe}^{3+}$ dan $\text{SCN}^-$ c) Kemudian ambil menggunakan pipet tetes dan ukur menggunakan gelas ukur d) Kemudian masukkan larutan yang sudah disiapkan tadi kedalam tabung reaksi e) Kemudian aduk hingga larutan tercampur	1	3												
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	21												
	d. Rancangan tabel pencatatan hasil percobaan		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ta bu ng ke-</th> <th>Perlakuan/ penambahan</th> <th>Warna larutan yang teramati</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3 tetes <math>\text{Fe}(\text{NO}_3)_3</math> 1 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5 tetes <math>\text{Fe}(\text{NO}_3)_3</math> 1 M</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ta bu ng ke-	Perlakuan/ penambahan	Warna larutan yang teramati	1	-		2	3 tetes $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 M		3	5 tetes $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 M		Tidak ada siswa yang menjawab	5	0
Ta bu ng ke-	Perlakuan/ penambahan	Warna larutan yang teramati																
1	-																	
2	3 tetes $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 M																	
3	5 tetes $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 M																	

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)																																																																						
			<table border="1"> <tr> <td>4</td> <td>3 tetes KSCN 1 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5 tetes KSCN 1 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>3 tetes Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>5 tetes Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1 M</td> <td></td> </tr> </table>	4	3 tetes KSCN 1 M		5	5 tetes KSCN 1 M		6	3 tetes Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 M		7	5 tetes Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 M																																																														
4	3 tetes KSCN 1 M																																																																											
5	5 tetes KSCN 1 M																																																																											
6	3 tetes Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 M																																																																											
7	5 tetes Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 M																																																																											
			Satu item tidak dimuat/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	4	0																																																																						
			Dua item tidak dimuat/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0																																																																						
			Tiga item tidak dimuat/salah	Tidak ada siswa yang menjawab	2	0																																																																						
			Tidak ada item yang benar	Tidak ada siswa yang menjawab	1	0																																																																						
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	25																																																																						
Memecahkan masalah terkait hubungan kuantitatif antara pereaksi dari suatu reaksi kesetimbangan	<p><b>U2</b> Seseorang telah mengukur konsentrasi gas N<sub>2</sub>, gas H<sub>2</sub>, dan gas NH<sub>3</sub> saat setimbang dari reaksi pembentukan gas ammonia pada ruang tertutup bersuhu 727°C.  <math display="block">N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)</math>           Dari tabel tersebut,            a. Lengkapi kolom kosong pada tabel di atas!</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">P e r l a k k u a n</th> <th colspan="3">Konsentrasi gas saat setimbang</th> <th><math>\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}</math></th> </tr> <tr> <th><math>\frac{[N_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[H_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]}{M}</math></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>1,2</td> <td>1,5</td> <td>0,10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>1,5</td> <td>1,2</td> <td>8,34</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>1,81</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>1,4</td> <td>1,1</td> <td>7,20</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	P e r l a k k u a n	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$			I	1,2	1,5	0,10			II	1,5	1,2	8,34			III	0,5	0,6	1,81			IV	1,4	1,1	7,20			C 4	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Perlu aku an</th> <th colspan="3">Konsentrasi gas saat setimbang</th> <th><math>\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}</math></th> </tr> <tr> <th><math>\frac{[N_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[H_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]}{M}</math></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>1,2</td> <td>1,5</td> <td>0,10</td> <td>0,053</td> <td>0,00237</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>1,5</td> <td>1,2</td> <td>8,34</td> <td>0,044</td> <td>0,00237</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>1,81</td> <td>0,056</td> <td>0,00238</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>1,4</td> <td>1,1</td> <td>7,20</td> <td>0,044</td> <td>0,00240</td> </tr> </tbody> </table>	Perlu aku an	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$	$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$			I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,00237	II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,00237	III	0,5	0,6	1,81	0,056	0,00238	IV	1,4	1,1	7,20	0,044	0,00240	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0
			P e r l a k k u a n	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$																																																																				
$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$																																																																										
I	1,2	1,5	0,10																																																																									
II	1,5	1,2	8,34																																																																									
III	0,5	0,6	1,81																																																																									
IV	1,4	1,1	7,20																																																																									
Perlu aku an	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$																																																																							
	$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$																																																																									
I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,00237																																																																							
II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,00237																																																																							
III	0,5	0,6	1,81	0,056	0,00238																																																																							
IV	1,4	1,1	7,20	0,044	0,00240																																																																							
			Satu hingga dua perhitungan salah	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Perlu aku an</th> <th colspan="3">Konsentrasi gas saat setimbang</th> <th><math>\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}</math></th> </tr> <tr> <th><math>\frac{[N_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[H_2]}{M}</math></th> <th><math>\frac{[NH_3]}{M}</math></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>1,2</td> <td>1,5</td> <td>0,10</td> <td>0,053</td> <td>0,0023</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>1,5</td> <td>1,2</td> <td>8,34</td> <td>0,044</td> <td>0,0023</td> </tr> </tbody> </table>	Perlu aku an	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$	$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$			I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,0023	II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,0023	4	5																																															
Perlu aku an	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$		$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$																																																																						
	$\frac{[N_2]}{M}$	$\frac{[H_2]}{M}$	$\frac{[NH_3]}{M}$																																																																									
I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,0023																																																																							
II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,0023																																																																							

Indikator	Pertanyaan					Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa						Skor	Siswa yang menjawab (dari 25 orang)
		25	50	10					0	5	$\cdot 10^{-2}$	48			
	I	1,	1,	8,				III	0,5	0,6	1,81	0,056	0,0023		
	I	50	25	34				IV	1,4	1,1	7,20	0,044	0,013		
				$\cdot 10^{-2}$					2	5	$\cdot 10^{-2}$				
	I	0,	0,	1,			Tiga hingga empat perhitungan salah	Perlakuan	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$	3	7
	I	5	65	81					$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$				
	I			$\cdot 10^{-2}$					$] M$	$] M$	$] M$				
	I	1,	1,	7,				I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,0034		
	V	42	15	20				II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,0023		
				$\cdot 10^{-2}$				III	0,5	0,6	1,81	0,055	0,0015		
								IV	1,4	1,1	7,20	0,044	0,0027		
									2	5	$\cdot 10^{-2}$				
							Lima hingga tujuh perhitungan salah	Perlakuan	Konsentrasi gas saat setimbang			$\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$	2	11
									$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$				
								I	1,2	1,5	0,10	0,053	0,00237		
								II	1,5	1,2	8,34	0,044	0,00237		
								III	0,5	0,6	1,81	0,056	0,00238		
								IV	1,4	1,1	7,20	0,044	0,00240		
									2	5	$\cdot 10^{-2}$				
							Tidak ada yang benar	Semua hasil perhitungan siswa salah						1	1
							Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab						0	1

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)
Mendefinisikan kesetimbangan kimia	b. Nilai konstan/sistematis dari perhitungan pada tabel di atas dapat dijadikan sebagai dasar untuk merumuskan hukum kesetimbangan kimia. Tuliskan bunyi Hukum Kesetimbangan Kimia!	C 2	Reaksi kesetimbangan pada suhu tertentu, perbandingan hasil kali konsentrasi zat-zat produk (di ruas kanan) dengan hasil kali konsentrasi reaktan (di ruas kiri) yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisien reaksinya akan menghasilkan suatu bilangan tetap (konstan) pada saat setimbang.	Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali perkalian konsentrasi hasil reaksi dibagi perkalian konsentrasi pereaksi yang masing-masing dipangkatkan koefisiennya mempunyai nilai konstan	5	2
			Reaksi kesetimbangan pada suhu tertentu, perbandingan hasil kali konsentrasi zat-zat produk (di ruas kanan) dengan hasil kali konsentrasi reaktan (di ruas kiri) yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisien reaksinya akan menghasilkan suatu bilangan tetap (konstan)	Tidak ada siswa yang menjawab	4	0
			Reaksi kesetimbangan pada suhu tertentu, perbandingan hasil kali konsentrasi zat-zat produk (di ruas kanan) dengan hasil kali konsentrasi reaktan (di ruas kiri) yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisien reaksinya	Jumlah hasil kali produk dikalikan dengan koefisien dan dibagi dengan jumlah hasil kali reaktan dengan dipangkatkan koefisiennya	3	2
			Perbandingan hasil kali konsentrasi zat-zat produk (di ruas kanan) dengan hasil kali konsentrasi reaktan (di ruas kiri)	Hasil kali reaksi dibagi dengan hasil kali pereaktan	2	1
			Semua pernyataan salah	1) Jumlah koefisien reaktan sama dengan jumlah koefisien produk atau kecepatan produk sama dengan kecepatan reaktan 2) Suatu reaksi dapat balik dan reaksi maju serta laju reaksi memiliki kecepatan yang sama 3) Laju reaksi dari pereaksi ke produk dan dari produk	1	3
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	17
Mengkonstruksi hubungan	c. Tuliskan rumusan Kc dan nilai Kc pada suhu 727°C dari reaksi tersebut!	C 3	Berdasarkan hukum kesetimbangan kimia, rumusan untuk memnghtung nilai Kc adalah sebagai berikut.	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)	
konstanta kesetimbangan dengan variabel konsentrasi (Kc) dengan variabel tekanan (Kp) atau sebaliknya			$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ <p>Nilai Kc dari reaksi tersebut pada suhu 727°C adalah 0,0024</p>				
			Rumusan menentukan nilai Kc benar namun nilai Kc pada suhu 727°C salah atau sebaliknya	$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0,10)^2}{(1,25)(1,50)^3} = \frac{0,01}{4,2} = 2 \times 10^{-4}$ <p>Hasil akhir salah</p>	4	7	
			Menuiskan nilai Kc dengan benar. Namun, salah satu unsur pada rumus penentuan harga Kc tidak ditulis.	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0	
			Menuiskan nilai Kc dengan benar. Namun, dua unsur pada rumus penentuan harga Kc tidak ditulis.	Tidak ada siswa yang menjawab	2	0	
			Nilai Kc dan rumus penentuan nilai Kc salah, Tidak menjawab	Tidak ada siswa yang menjawab Siswa tidak menjawab	1 0	0 18	
		d. Tentukan nilai Kp dari reaksi tersebut pada suhu 727°C!	C 3	<p>Konversi suhu dari celcius menjadi Kelvin  <math>T = 727^\circ\text{C} = 1000 \text{ K}</math>  <math>R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}</math></p> <p>Menuliskan Persamaan untuk menentukan Kp dari Kc dari reaksi tersebut  <math>K_p = K_c (RT)^{2-(3+1)} = K_c (RT)^{-2}</math></p> <p>Menghitung Nilai Kp  <math>K_p = 0,0024 (0,082 \times 1000)^{-2} = 3,6 \times 10^{-7}</math></p>	Tidak ada siswa yang menjawab	5	0
				Nilai Kp benar namun salah satu tahap perhitungan hilang	Tidak ada siswa yang menjawab	4	0
				Nilai Kp benar namun dua tahap perhitungan salah.	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0
				Tahap perhitungan benar namun nilai Kc salah	Tidak ada siswa yang menjawab	2	0
				Semua salah	1) $K_p = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$	1	3

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)
				2) $K_c = K_p (RT)^{\Delta n}$		
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	22
Menjelaskan pengaruh perubahan konsentrasi terhadap kesetimbangan kimia	<p><b>U3</b>            Penguraian gas <math>N_2O_4</math> menjadi gas <math>NO_2</math> menyebabkan warna wadah menjadi coklat.  <math>N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad \Delta H = +58,92 \text{ kJ/mol}</math>            (tak berwarna) (coklat)            Ketika sistem diberikan perlakuan dari luar maka kesetimbangan akan mengalami pergeseran kearah tertentu untuk mempertahankan kesetimbangan. Bagaimanakah hubungan pergeseran kesetimbangan perubahan intensitas warna coklat sistem kesetimbangan ketika.</p> <p>a. Konsentrasi gas <math>N_2O_4</math> ditambah dan beri penjelasannya!</p>	C 4	Penambahan konsentrasi $N_2O_4$ menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah reaksi penguraian gas $N_2O_4$ yang menyebabkan intensitas warna coklat meningkat.	Konsentrasi gas $N_2O_4$ ditambah maka konsentrasi bergeser ke arah produk dan intensitas warna coklat pada reaksi akan meningkat	5	5
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati salah	Jika konsentrasi $N_2O_4$ ditambah maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan dan warna coklat akan memudar	4	3
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati tidak disebutkan	Apabila konsentrasi gas $N_2O_4$ ditambah maka akan bergeser ke kanan yaitu zat hasil reaksi atau produk	3	5
			Arah pergeseran tidak disebutkan dan warna yang teramati benar	Jika konsentrasi $N_2O_4$ ditambah maka reaksi yang diberikan yaitu $2NO_{2(g)}$ berwarna coklat pekat maka intensitas warna yang ditimbulkan yaitu warna coklat menjadi meningkat	2	1
			Semua salah	Akan bergeser ke kiri karena koefisien yang lebih kecil	1	1
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	10
Menjelaskan pengaruh perubahan volume wadah terhadap kesetimbangan kimia	<p>b. Volume diperbesar dan beri penjelasannya!</p>	C 3	Ketika volume diperbesar, kesetimbangan bergeser ke arah reaksi penguraian gas $N_2O_4$ yang menyebabkan intensitas warna coklat meningkat.	Apabila volume diperbesar maka pergeseran kesetimbangan ke arah koefisien yang lebih besar yaitu ke arah produk (kanan) sehingga warna coklat akan meningkat	5	2
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati salah	1) Jika volume ditingkatkan maka arah kesetimbangan akan bergeser ke $NO_2$ atau koefisien $NO_2$ lebih besar dari $N_2O_4$ sehingga warna coklat menurun 2) Volume diperbesar bergeser ke kanan karena koefisien di kanan lebih besar dari	4	2

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)
				kiri dan berwarna coklat		
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati tidak disebutkan	Jika volume diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan ke arah produk	3	5
			Arah pergeseran tidak disebutkan dan warna yang teramati benar	Tidak ada siswa yang menjawab	2	0
			Semua salah	1) Jika volume di perbesar maka tekanan mengalami perubahan sehingga tekanan menjadi diperkecil 2) Maka kesetimbangan bergeser ke arah $N_2O_4$ dan intensitas warna coklat menurun begitupun sebaliknya 3) Jika volume diperbesar maka kesetimbangan akan tetap atau karena dalam reaksi ini terjadi pada fase yang sama. Jumlah N pada $N_2O_4$ yaitu 2 dan $2NO_2$ juga memiliki N = 2	1	6
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	10
Menjelaskan pengaruh perubahan suhu terhadap kesetimbangan kimia	c. Suhu ditingkatkan dan beri penjelasannya!	C 4	Ketika suhu ditingkatkan, kesetimbangan bergeser ke arah reaksi endoterm atau penguraian gas $N_2O_4$ yang menyebabkan intensitas warna coklat meningkat.	Apabila suhu ditingkatkan maka kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm yaitu ke arah produk dan warna coklat akan meningkat	5	2
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati salah	Suhu ditingkatkan maka akan bergeser ke kanan (endoterm) dan warnanya coklat	4	2
			Arah pergeseran benar tetapi warna yang teramati tidak disebutkan	Apabila suhu ditingkatkan maka reaksi akan bergeser ke kanan (endoterm)	3	3
			Arah pergeseran tidak disebutkan dan warna yang teramati benar	Tidak ada siswa yang menjawab	2	0
			Semua salah	Jika suhu ditingkatkan maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri ke arah reaktan	1	2
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	16
Merumuskan bunyi asas Le Chatelier	d. Tuliskan bunyi Asas Le Chatelier! Dari pernyataan	C 2	- Asas Le Chatelier: Jika pada suatu sistem kesetimbangan dilakukan suatu aksi atau	Apabila pada suatu sistem yang berlangsung dilakukan aksi, maka timbul reaksi sehingga	5	2

Indikator	Pertanyaan	Ranah Kognitif	Jawaban yang Benar	Jawaban Siswa	Skor	Siswa yang menjawab(dari 25 orang)
Le Chatelier	dan jawaban point a-c, perlakuan mana saja yang sesuai dengan Asas Le Chatelier?		tindakan dari luar, sistem kesetimbangan akan mengalami perubahan (pergeseran) untuk menjaga kesetimbangan dengan cara mengurangi pengaruh aksi tersebut. - Perlakuan yang sesuai dengan Asas Le Chatelier adalah perubahan konsentrasi, volume, dan suhu.	tekanan dapat diperkecil. Perlakuan a-c sudah sesuai dengan asas Le Chatelier		
			Menyebutkan Asas Le Chatelier dengan benar tetapi tidak menyebutkan perlakuan yang sesuai dengan Asas Le Chatelier	Bunyi asas Le Chatelier adalah jika di dalam suatu kesetimbangan terdapat suatu aksi, maka timbullah reaksi untuk mengurangi aksi tersebut	4	2
			Salah dalam menyebutkan asas Asas Le Chatelier dan hanya menyebutkan dua perlakuan yang sesuai dengan Asas Le Chatelier	Tidak ada siswa yang menjawab	3	0
			Salah dalam menyebutkan asas Asas Le Chatelier dan hanya menyebutkan satu perlakuan yang sesuai dengan Asas Le Chatelier	Bunyi asas Le Chatelier adalah suatu reaksi akan bergeser karena dipengaruhi oleh suhu dan tekanan. Jadi dari pernyataan a-c yang sesuai dengan asas Le Chatelier adalah yang C karena reaksi tersebut bergeser karena dipengaruhi oleh meingkatnya suhu	2	1
			Salah dalam menyebutkan asas Asas Le Chatelier dan tidak menyebutkan satu perlakuan yang sesuai dengan Asas Le Chatelier	Tidak ada siswa yang menjawab	1	0
			Tidak menjawab	Siswa tidak menjawab	0	20

## Lampiran 08

### Rekapitulasi Kompilasi Hasil Analisis Alasan Jawaban Siswa Secara Keseluruhan

Indikator	Soal	Benar		Benar-Sebagian		Miskonsepsi		TM (%)	Jml Alasan
		P&A	%	P&A	%	P&A	%		
Mengidentifikasi keberadaan reaksi kesetimbangan dari data kualitatif reaksi bolak balik (C2)	PG 1	JPG : B	44	JPG:A,C,E	44	JPG : D	8	4	
		AB	8	AB	28	AB	4		40
		AKB	20	AKB	0	AKB	0		20
		ABM	16	ABM	16	AMMK	4		36
		TA	0	TA	0	TA	0	4	4
Menganalisis grafik hubungan konsentrasi reaktan dan produk terhadap waktu dari reaksi kesetimbangan (C4)	PG 2	JPG : A	16	JPG : D	0	JPG:B,C,E	60	24	
		AB	0	AB	0	AB	24		24
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	8	ABM	0	AMMK	32		40
		TA	8	TA	0	TA	4	24	36
Mendefinisikan kesetimbangan kimia (C2)	PG 3	JPG : B	48	JPG : A,C	36	JPG : D, E	12	4	
		AB	24	AB	28	AB	8		60
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	24	ABM	8	AMMK	4		36
	U2 b)	TA	0	TA	0	TA	0	4	4
		AB	8	AB	0	AB	0		8
		AKB	0	AKB	12	AKB	0		12
		ABM	0	ABM	0	AMMK	12		12
Menggambarkan partikel-partikel zat (reaktan dan produk) dari reaksi kesetimbangan saat setimbang (C4)	PG 4	TA	0	TA	0	TA	0	68	68
		JPG : C	0	JPG : -	0	JPG:A,B,D, E	88	12	
		AB	0	AB	0	AB	40		40
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	0	AMMK	40		40
Menuliskan rumusan konstanta kesetimbangan kimia (C4)	PG 5	TA	0	TA	0	TA	8	12	20
		JPG : E	68	JPG:A,D	16	JPG:B,C	12	4	
		AB	48	AB	16	AB	4		68
		AKB	8	AKB	0	AKB	0		8
		ABM	12	ABM	0	AMMK	8		20
Mengkonstruksi hubungan konstanta kesetimbangan dengan variabel konsentrasi (Kc)	PG 6	TA	0	TA	0	TA	0	4	4
		JPG : C	4	JPG : A	24	JPG:B,D,E	12	60	
		AB	0	AB	4	AB	0		4
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	0	AMMK	0		0

Indikator	Soal	Benar		Benar-Sebagian		Miskonsepsi		TM (%)	Jml Alasan	
		P&A	%	P&A	%	P&A	%			
dengan variabel tekanan (Kp) atau sebaliknya(C3)		TA	4	TA	20	TA	12	60	96	
	PG 7	JPG : D	12	JPG : -	0	JPG:A,B,C, E	12	76		
		AB	4	AB	0	AB	0		4	
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0	
		ABM	0	ABM	0	AMMK	0		0	
		TA	8	TA	0	TA	12	76	96	
	U2 c)	AB	0	AB	0	AB	0		0	
		AKB	0	AKB	28	AKB	0		28	
		ABM	0	ABM	0	AMMK	0		0	
		TA	0	TA	0	TA	0	72	72	
	U2 d)	AB	0	AB	0	AB	0		0	
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0	
		ABM	0	ABM	8	AMMK	4		12	
		TA	0	TA	0	TA	0	88	88	
	Menjelaskan pengaruh perubahan konsentrasi terhadap kesetimbangan kimia (C4)	PG 8	JPG : B	48	JPG : E	8	JPG: A, D, C	40	4	
			AB	48	AB	4	AB	28		80
			AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
			ABM	0	ABM	4	AMMK	0		4
			TA	0	TA	0	TA	12	4	16
		U3 a)	AB	32	AB	0	AB	0		32
AKB			0	AKB	20	AKB	0		20	
ABM			0	ABM	4	AMMK	4		8	
TA			0	TA	0	TA	0	40	40	
Menjelaskan pengaruh perubahan volume wadah terhadap kesetimbangan kimia (C3)		PG 9	JPG : A	52	JPG: B,C	28	JPG:D,E	12	8	
			AB	20	AB	28	AB	12		60
			AKB	20	AKB	0	AKB	0		20
			ABM	8	ABM	0	AMMK	0		8
	TA		4	TA	0	TA	0	8	12	
	U3 b)	AB	32	AB	0	AB	0		32	
		AKB	0	AKB	4	AKB	0		4	
		ABM	0	ABM	0	AMMK	24		24	
		TA	0	TA	0	TA	0	40	40	
	Menjelaskan pengaruh perubahan tekanan terhadap kesetimbangan kimia (C4)	PG 10	JPG : B	52	JPG:A,D,E	8	JPG : C	4	36	
AB			8	AB	4	AB	0		12	
AKB			16	AKB	0	AKB	0		16	
ABM			12	ABM	0	AMMK	0		12	

Indikator	Soal	Benar		Benar-Sebagian		Miskonsepsi		TM (%)	Jml Alasan
		P&A	%	P&A	%	P&A	%		
		TA	16	TA	4	TA	4		
Menjelaskan pengaruh perubahan suhu terhadap kesetimbangan kimia (C4)	PG 11	JPG : C	76	JPG:A,B,D, E	20	JPG : -	0	4	
		AB	72	AB	4	AB	0		76
		AKB	4	AKB	0	AKB	0		4
		ABM	0	ABM	0	AMMK	0		0
		TA	0	TA	16	TA	0	4	20
	U3 c)	AB	8	AB	0	AB	0		8
		AKB	0	AKB	8	AKB	0		8
		ABM	0	ABM	12	AMMK	8		20
		TA	0	TA	0	TA	0	64	64
Menjelaskan pengaruh penambahan katalis terhadap kesetimbangan kimia (C4)	PG 12	JPG : E	72	JPG : -	0	JPG:A,B,C, D	16	12	
		AB	36	AB	0	AB	16		52
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	32	ABM	0	AMMK	0		32
		TA	4	TA	0	TA	0	12	16
Membedakan sistem kesetimbangan homogen dan heterogen (C4)	PG 13	JPG : D	52	JPG:A,B,C, E	36	JPG : -	0	12	
		AB	36	AB	16	AB	0		52
		AKB	8	AKB	0	AKB	0		8
		ABM	4	ABM	8	AMMK	0		12
		TA	4	TA	12	TA	0	12	28
Merencanakan percobaan untuk mendefinisikan kesetimbangan kimia (C4)	U1 a)	AB	0	AB	0	AB	0		0
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	0	AMMK	20		20
		TA	0	TA	0	TA	0	80	80
Mengolah data hasil percobaan untuk mendefinisikan kesetimbangan kimia(C4)	U1 b)	AB	4	AB	0	AB	0		4
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	28	AMMK	0		28
		TA	0	TA	0	TA	0	68	68
	U1 c)	AB	0	AB	0	AB	0		0
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	4	AMMK	12		16
		TA	0	TA	0	TA	0	84	84
	U1 d)	AB	0	AB	0	AB	0		0
		AKB	0	AKB	0	AKB	0		0
		ABM	0	ABM	0	AMMK	0		0
		TA	0	TA	0	TA	0	100	100

Indikator	Soal	Benar		Benar-Sebagian		Miskonsepsi		TM (%)	Jml Alasan
		P&A	%	P&A	%	P&A	%		
Memecahkan masalah terkait hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan (C4)	U2 a)	AB	20	AB	0	AB	0		20
		AKB	0	AKB	28	AKB	0		28
		ABM	0	ABM	44	AMMK	4		48
		TA	0	TA	0	TA	0	4	4
Merumuskan bunyi Asas Le Chatelier (C2)	U3 d)	AB	8	AB	0	AB	0		8
		AKB	0	AKB	8	AKB	0		8
		ABM	0	ABM	4	AMMK	0		4
		TA	0	TA	0	TA	0	80	80

