



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



KESETIMBANGAN KIMIA

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T
SMA Negeri 5 Palembang

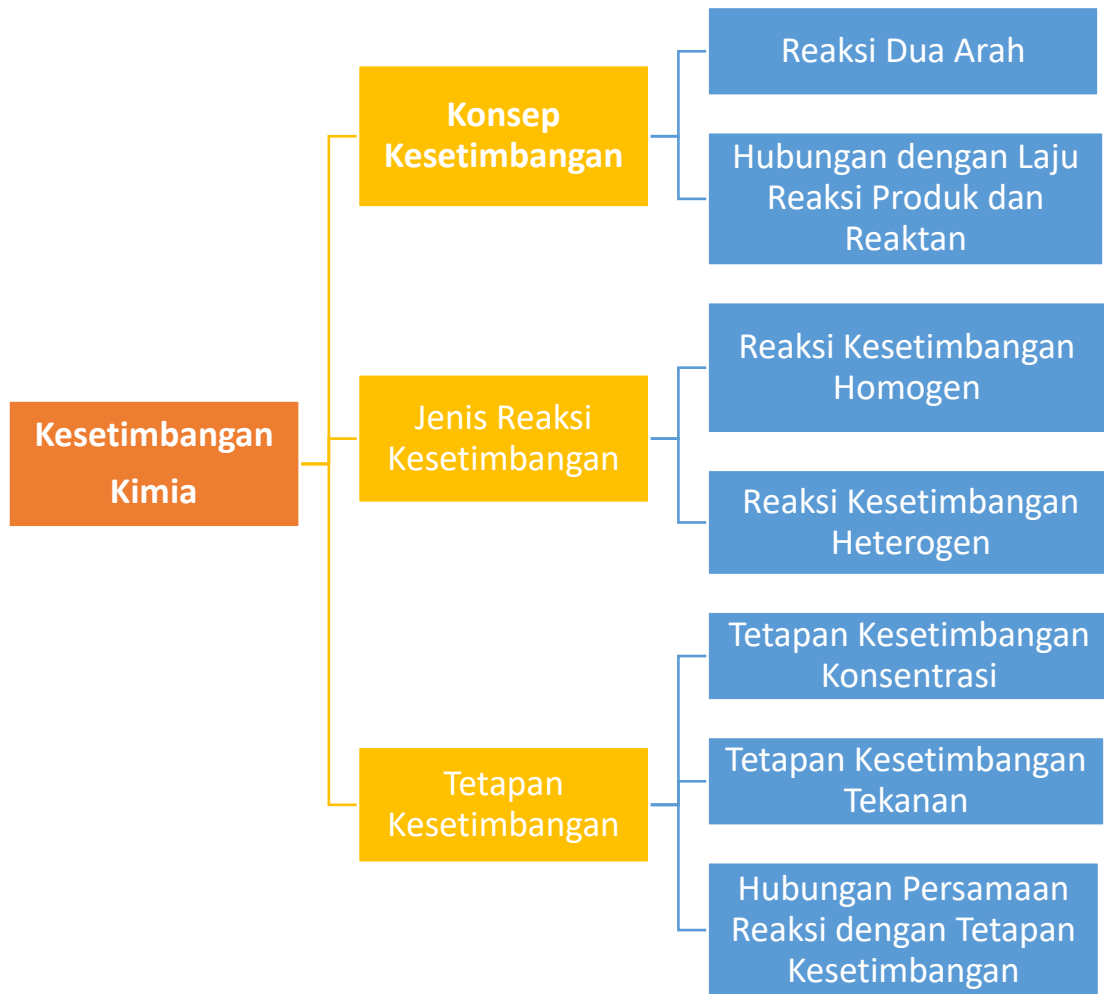
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
Konsep Kesetimbangan Dinamis	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	10
D. Tugas Mandiri	11
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
Tetapan Kesetimbangan	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
B. Rangkuman	19
C. Tugas Mandiri	19
D. Latihan Soal	21
E. Penilaian Diri	25
EVALUASI	26
DAFTAR PUSTAKA	29

GLOSARIUM

- Hukum Kesetimbangan** : Hukum aksi massa yang menyatakan bahwa nisbah hasil kali konsentrasi produk terhadap hasil kali konsentrasi pereaksi, dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai nilai tertentu pada suhu tertentu
- Keadaan Setimbang** : Keadaan saat dua proses yang berlawanan arah berlangsung secara bersamaan dengan kelajuan yang sama sehingga tidak menghasilkan perubahan makroskopis
- Reaksi Kesetimbangan** : Reaksi bolak balik di mana laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri
- Tetapan laju reaksi** : Suatu bilangan tetap yang merupakan angka factor perkalian terhadap konsentrasi dalam rumusan laju reaksi

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit (2 x pertemuan)
Judul Modul	: KESETIMBANGAN KIMIA

B. Kompetensi Dasar

- 3.8 Menjelaskan reaksi kesetimbangan di dalam hubungan antara pereaksi dan hasil reaksi
- 4.8 Menyajikan hasil pengolahan data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul ini berisikan materi pokok kesetimbangan kimia, sedangkan kegiatan pembelajaran yang terbagi 2 yakni:

1. Konsep Kesetimbangan Dinamis
2. Tetapan Kesetimbangan

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Prasyarat pada materi ini adalah pemahaman mengenai hukum dasar reaksi kimia
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
3. Pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
5. Lakukan uji kompetensi/latihan soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
6. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

1. Konsep Kesetimbangan Dinamis
2. Tetapan Kesetimbangan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KONSEP KESETIMBANGAN DINAMIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis

B. Uraian Materi

Apakah yang ada didalam pikiran kalian ketika mendengar kata “Kesetimbangan”? Mungkin dibenak kalian tergambar sesuatu yang berhubungan dengan timbangan. Memang benar bahwa kata “Kesetimbangan” disini berhubungan dengan timbangan. Coba kalian perhatikan gambar dibawah ini! Pastilah kalian mengenal dan sering menjumpainya dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. Timbangan

Ketika sebuah timbangan dalam kondisi setimbang, maka jarum penunjuk timbangan dalam posisi lurus dan diam, artinya bagian kiri dan bagian kanan menunjukkan massa yang sama. Hal ini bisa menganalogikan kondisi setimbang dalam ilmu kimia. Istilah kesetimbangan kimia menunjukkan bahwa laju reaksi ke arah kanan dan kiri bernilai sama besar. Hanya saja kesetimbangan kimia bersifat dinamis bukan statis atau diam layaknya timbangan massa. Nah pada materi kali ini kita akan mengenal reaksi kesetimbangan dalam reaksi kimia. Silahkan pelajari secara bertahap ya di buku ini!

1. Reaksi Kimia

Reaksi kimia berdasarkan sifat berlangsungnya dibedakan menjadi 2 yakni reaksi satu arah dan reaksi dua arah. Berikut ini penjelasan dari reaksi-reaksi yang dimaksud

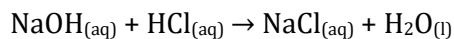
a. Reaksi Searah / Tidak Dapat Balik / *Irreversible*

Tentunya kalian pernah melihat atau melakukan pembakaran kertas bukan? nah, apa yang terjadi? ya benar sekali, kertas akan menghitam lalu menjadi abu. Apakah abu bisa kembali lagi menjadi kertas? Tidak bisa ya. Reaksi pada pembakaran kertas merupakan reaksi yang berlangsung searah atau reaksi yang tidak dapat balik (reaksi *irreversible*).

Reaksi searah yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk atau ke kanan pada reaksi ini. Produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya. Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (\rightarrow);
- 2) reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
- 3) produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan
- 4) reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Contoh reaksi searah:



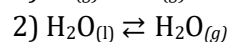
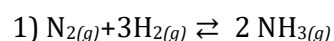
b. Reaksi Dua Arah/Dapat Balik/*Reversible*

Lalu, pernahkah kalian memperhatikan air yang mendidih di dalam panci? Air yang direbus melewati titik didihnya akan berubah menjadi uap. Kalau kita meletakkan penutup di atas panci, uap tersebut akan terperangkap dan terkondensasi kembali menjadi air. Nah ini adalah contoh reaksi dua arah atau yang dapat balik (reaksi *reversible*).

Reaksi dua arah yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk atau ke kanan dan juga sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri.

Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons)
- 2) reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik. Contoh reaksi dua arah:



Apabila reaksi dua arah berlangsung dalam ruang tertutup dan laju reaksi ke kanan sama besar dengan laju reaksi ke kiri, reaksi dikatakan dalam keadaan setimbang. Reaksinya disebut reaksi kesetimbangan. Dalam keadaan setimbang, jumlah reaktan dan produk tidak harus sama, asalkan laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.

2. Kesetimbangan Kimia

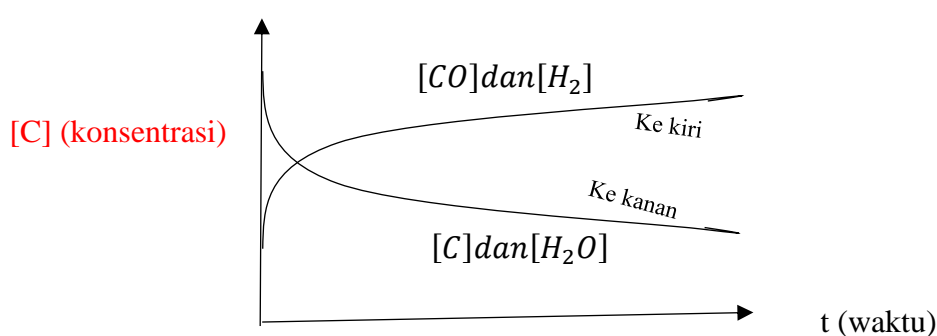
Secara umum kesetimbangan dalam reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan statis dan kesetimbangan dinamis. Kesetimbangan statis terjadi ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, yaitu tidak ada gaya yang dihasilkan. Sementara itu, kesetimbangan dinamis diperoleh ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, tapi objeknya sendiri bergerak.

Pada persamaan reaksi kesetimbangan kimia setiap terjadi reaksi ke kanan, maka zat-zat produk akan bertambah, sementara zat-zat reaktan berkurang. Sebaliknya, reaksi juga dapat bergeser ke arah reaktan sehingga jumlah produk berkurang. Akibatnya terjadi lagi reaksi ke arah kanan. Demikian ini terjadi terus-menerus, sehingga secara mikroskopis terjadi reaksi bolak-balik (dua arah) pada reaksi

kesetimbangan. Keadaan seperti ini dikatakan bahwa kesetimbangan bersifat dinamis. Keadaan dinamis hanya terjadi dalam sistem tertutup.

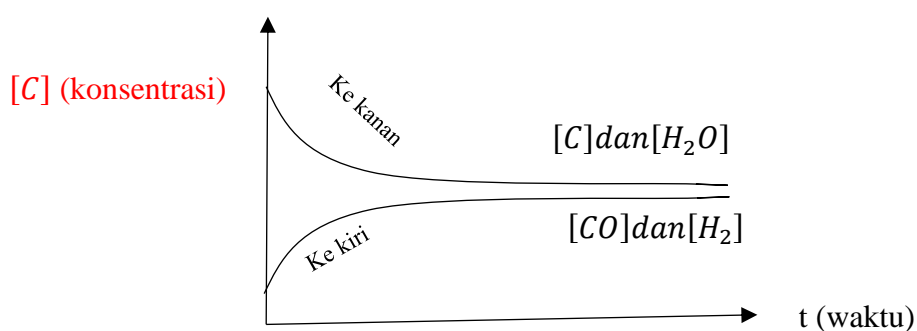
Contoh kesetimbangan dinamis dalam kehidupan sehari-hari yaitu proses pemanasan air dalam wadah tertutup. Saat suhu mencapai 100°C air akan berubah menjadi uap dan tertahan oleh tutup. Apabila pemanasan dihentikan, uap air yang terbentuk akan berubah menjadi air kembali sehingga jumlah air di dalam wadah tidak akan habis. Reaksi yang terjadi adalah $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Reaksi ke kanan adalah reaksi penguapan sementara reaksi ke kiri adalah reaksi pengembunan. Lalu bagaimana hubungannya dengan laju reaksi yang terjadi pada reaksi kesetimbangan? Hal ini akan dijelaskan melalui penjelasan berikut ini. Silahkan kalian cermati!

Hubungan antara konsentrasi reaktan dengan produk, misalnya pada reaksi kesetimbangan $\text{C}(s) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$ dapat digambarkan dengan grafik berikut :



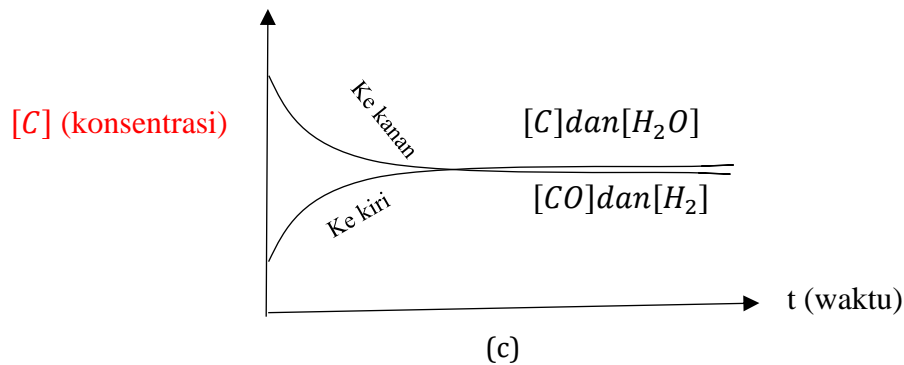
(a)

- a. Kemungkinan (a) terjadi pada saat kesetimbangan produk > konsentrasi reaktan. Di awal reaksi, konsentrasi reaktan maksimal, semakin lama semakin berkurang. Saat kesetimbangan tercapai konsentrasi reaktan tidak berubah, sementara konsentrasi produk yang semula nol semakin lama semakin bertambah hingga konstan pada saat kesetimbangan.



(b)

- b. Kemungkinan (b) terjadi jika pada saat kesetimbangan konsentrasi produk < konsentrasi reaktan. Namun tidak tertutup kemungkinan pada saat kesetimbangan konsentrasi reaktan = konsentrasi produk.



- c. Kemungkinan (c) tercapai jika pada saat kesetimbangan $V_1 = V_2$.

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka kesetimbangan kimia mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Reaksi berlangsung dua arah dan dalam ruang tertutup.
- 2) Laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.
- 3) Tidak terjadi perubahan makroskopis tetapi perubahan terjadi secara mikroskopis.

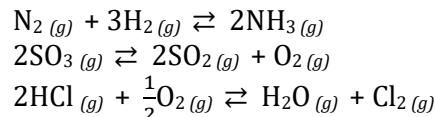
3. Jenis Reaksi Kesetimbangan

Berdasarkan wujud zat-zat dalam keadaan setimbang, reaksi kesetimbangan kimia dibedakan menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan heterogen. Silahkan kalian cermati penjelasan berikut ini :

a. Kesetimbangan Homogen

Kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan.

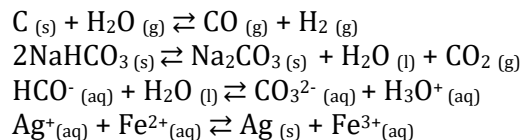
Contoh :



b. Kesetimbangan Heterogen

Kesetimbangan heterogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan.

Contoh :



C. Rangkuman

1. Reaksi searah / tidak dapat balik / *irreversible* yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk atau ke kanan. Pada reaksi ini, produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya.

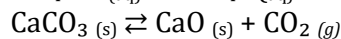
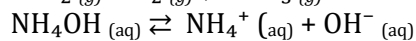
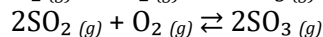
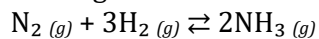
Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah ke arah produk/kanan (\rightarrow);
- 2) reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
- 3) produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan

- 4) reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.
2. Reaksi dua arah/dapat balik/*reversible* yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk atau ke kanan dan juga sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri.
Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:
- 1) persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons)
 - 2) reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.
3. Kesetimbangan dalam reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan statis dan kesetimbangan dinamis.
4. Kesetimbangan kimia mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.
- a. Reaksi berlangsung dua arah dan dalam ruang tertutup.
 - b. Laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.
 - c. Tidak terjadi perubahan makroskopis tetapi perubahan terjadi secara mikroskopis.
5. Kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan.
6. Kesetimbangan heterogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan.

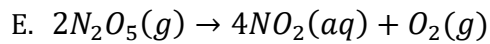
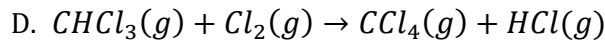
D. Tugas Mandiri

1. Apakah yang dimaksud reaksi kesetimbangan bersifat dinamis? Berikan contohnya!
2. Bagaimanakah kita bisa mengetahui bahwa suatu reaksi bolak-balik telah mencapai kesetimbangan?
3. Mengapa pada kesetimbangan tidak terjadi perubahan makroskopis?
4. Jelaskan mengapa kesetimbangan kimia disebut kesetimbangan dinamis!
5. Tentukan apakah kesetimbangan berikut tergolong kesetimbangan homogen atau heterogen!

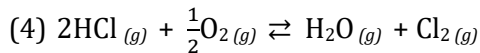
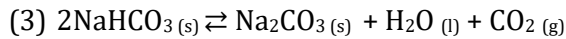
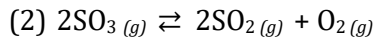
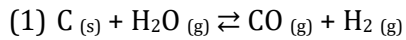


E. Latihan Soal

1. Pernyataan yang benar tentang reaksi *irreversible* yaitu ...
 - A. Reaksinya merupakan reaksi balik
 - B. Reaksi *irreversible* berlangsung terus-menerus
 - C. Persamaan reaksinya dituliskan dengan dua anak panah berlawanan arah
 - D. Hasil reaksi dapat dikembalikan menjadi zat-zat semula
 - E. Reaksinya berhenti apabila salah satu atau semua reaksi habis
2. Di antara persamaan reaksi berikut yang merupakan reaksi bolak-balik (dua arah) yaitu ...
 - A. $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$
 - B. $2\text{H}_2(g) + 2\text{NO}(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(g) + \text{N}_2(g)$
 - C. $2\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$



3. Perhatikan beberapa persamaan reaksi berikut:



Reaksi heterogen ditunjukkan oleh reaksi nomor...

A. (1), (2), dan (3)

B. (1) dan (3)

C. (2) dan (4)

D. (4) saja

E. semua benar

4. Suatu reaksi kimia dikatakan mencapai kesetimbangan apabila

A. laju reaksi ke kiri sama dengan ke kanan

B. mol zat sebelum dan sesudah reaksi sama

C. reaksi tidak berlangsung lagi

D. jumlah koefisien reaksi ruas kiri sama dengan ruas kanan

E. massa zat sebelum dan setelah reaksi sama

5. Di antara pernyataan berikut yang bukan merupakan ciri-ciri keadaan setimbang dinamis adalah ...

A. reaksi berlangsung dengan dua arah berlawanan

B. laju reaksi kedua arah sama besar

C. reaksi berlangsung terus-menerus secara mikroskopis

D. setiap komponen pada reaksi tetap ada

E. tidak terjadi perubahan mikroskopis

KUNCI JAWABAN dan PEMBAHASAN

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	E	Reaksi <i>irreversible</i> atau reaksi satu arah hanya berjalan ke arah produk sehingga persamaan reaksinya ditulis dengan satu anak panah ke arah kanan. Reaksinya hanya dapat berlangsung apabila tersedia reaktan, sedangkan produk yang dihasilkan tidak dapat menjadi zat semula.
2	A	Reaksi bolak-balik (dua arah) dituliskan dengan dua anak panah berlawanan arah. Sementara itu, penulisan dengan satu anak panah ke arah kanan merupakan reaksi satu arah.
3	B	Reaksi heterogen merupakan reaksi yang di dalamnya terdapat berbagai wujud zat seperti (l), (aq), (s), dan (g).
4	A	Kesetimbangan dalam reaksi akan tercapai saat laju reaksi ke arah produk sama besar dengan laju reaksi ke arah reaktan.
5	E	Pada kesetimbangan dinamis reaksi berlangsung larus-menerus pada kedua arah dengan kecepatan sama besar sehingga terjadi perubahan secara mikroskopis yang tidak dapat dilihat dan diukur.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

- 90 - 100 = baik sekali
- 80 - 89 = baik
- 70 - 79 = cukup
- < 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian reaksi <i>irreversible</i> ?		
2	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian reaksi <i>reversible</i> ?		
3	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan statis?		
4	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan dinamis?		
5	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan homogen?		
6	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan heterogen		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami konsep kesetimbangan. Silahkan lanjutkan mempelajari materi kesetimbangan kimia pada kegiatan pembelajaran kedua.

Namun, apabila kalian masih menjawab “tidak atau belum”, maka silahkan pelajari lagi ya, kegiatan pembelajaran yang pertama .

Tetap Semangat !

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

TETAPAN KESETIMBANGAN

A. Tujuan Pembelajaran

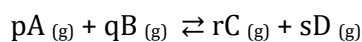
Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu menentukan tetapan kesetimbangan

B. Uraian Materi

1. Persamaan Tetapan Kesetimbangan

Pada suhu tetap, dalam suatu reaksi kesetimbangan terdapat hubungan antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi hasil reaksi terhadap tetapan kesetimbangan (K). Pada suatu kesetimbangan kimia berlaku hukum kesetimbangan, seperti yang dikemukakan oleh Guldberg dan Waage. "Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali konsentrasi hasil reaksi dibagi hasil kali konsentrasi pereaksi yang ada dalam sistem kesetimbangan yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya mempunyai harga tetap." Hasil bagi tersebut dinamakan tetapan kesetimbangan (K).

Tetapan kesetimbangan (K) merupakan angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan. Secara umum reaksi kesetimbangan dapat dituliskan sebagai berikut.



Saat di dalam reaksi kesetimbangan dilakukan aksi, maka kesetimbangan akan bergeser dan sekaligus mengubah komposisi zat-zat yang ada untuk kembali mencapai kesetimbangan. Secara umum dapat dikatakan tetapan kesetimbangan merupakan perbandingan hasil kali molaritas reaktan dengan hasil kali molaritas produk yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya.

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

Keterangan :

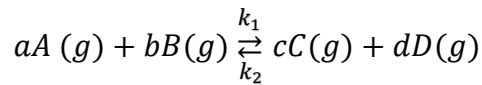
- K = tetapan kesetimbangan
- [A] = molaritas zat A (M)
- [B] = molaritas zat B (M)
- [C] = molaritas zat C (M)
- [D] = molaritas zat D (M)

a. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Konsentrasi (K_c)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi zat (K_c) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan molaritas zatnya (M). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai K_c -nya. Hal ini dikarenakan nilai kesetimbangan konsentrasi (K_c) hanya untuk fase gas (g) atau larutan (aq). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain kedua fase tersebut maka

fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini :

- 1) Semua fase senyawa dalam wujud gas (Reaksi Homogen)
Perhatikan reaksi berikut.



Dari reaksi di atas lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D.

Harga K_c dapat dirumuskan seperti hukum kesetimbangan dengan ketentuan sebagai berikut.

- a) Pada kesetimbangan, laju reaksi ke kanan (r_1) sama dengan laju reaksi ke kiri (r_2) atau $r_1 = r_2$.
- b) Pada keadaan setimbang, reaksi dianggap stabil. Artinya orde reaksi sesuai koefisien reaksinya, yaitu: $r_1 = k_1[A]^a[B]^b$ dan $r_2 = k_2[C]^c[D]^d$.
- c) Harga $K_c = \frac{k_1}{k_2}$

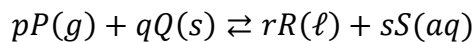
Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$r_1 = r_2$$

$$k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$$

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

- 2) Fase senyawa dalam reaksi bervariasi (Reaksi Heterogen)



Reaksi di atas merupakan reaksi dengan fase bervariasi, dimana dalam reaksi terdapat fase gas, cairan, larutan, dan padatan. Untuk kasus tersebut, tetapan kesetimbangannya ditentukan hanya berdasarkan konsentrasi zat yang berfase gas dan larutan saja karena zat yang berfase padat dan cair konsentrasinya dianggap tetap. Penulisan notasi tetapan kesetimbangan (K) untuk reaksi tersebut sebagai berikut :

$$\text{Maka } K^l = \frac{[R]^r[S]^s}{[P]^p[Q]^q}$$

Oleh karena $[Q]$ dan $[R]$ dianggap tetap, sehingga :

$$K^l \frac{[Q]^q}{[R]^r} = K = \frac{[S]^s}{[P]^p}$$

Perhatikan Contoh Soal dan penyelesaian berikut.

Contoh Soal

1. Tuliskan harga K_c untuk :

- a. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
 b. $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$

Jawab :

a. $K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$
 b. $K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$

2. Di dalam ruang tertutup yang volumenya 8 L pada suhu tertentu terdapat kesetimbangan antara 0,7 mol gas hidrogen; 0,6 mol gas klor; dan 0,5 mol gas HCl. Berapakah harga tetapan kesetimbangan pada keadaan tersebut?

Jawab :

Reaksi yang terjadi: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

Volume total = 8 L

$$[H_2] = \frac{0,7}{8} M$$

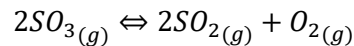
$$[Cl_2] = \frac{0,6}{8} M$$

$$[HCl] = \frac{0,5}{8} M$$

$$K_c = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{\left[\frac{0,5}{8}\right]^2}{\left[\frac{0,7}{8}\right]\left[\frac{0,6}{8}\right]}$$

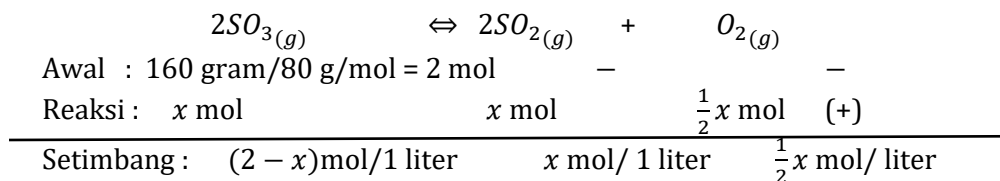
$$= \frac{0,25}{0,42} = \frac{25}{42}$$

3. Gas SO_3 (Ar S=32; Ar O = 16) sebanyak 160 gram dipanaskan dalam wadah 1 liter sehingga terjadi dekomposisi termal:



Pada saat perbandingan mol $SO_3 : O_2 = 2 : 3$ hitunglah:

- (a) α (derajat disosiasi)
 (b) K_c



Perhatikan saat setimbang:

$$\frac{SO_3}{O_2} = \frac{2}{3} = \frac{(2-x)/1M}{\frac{1}{2}(x/1) M}$$

$$x = 1,5 \text{ mol.}$$

Jadi derajat disosiasi = $(1,5) / 2 = 0,75$ atau $0,75 \times 100\% = 75\%$

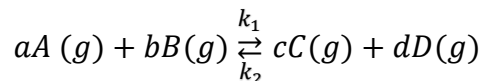
$$K_c = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}$$

$$= \frac{(1,5/1)^2 (0,75/1)}{(0,5)^2}$$

$$= 6,75M$$

b. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Tekanan Parsial (K_p)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (K_p) yang terlibat dalam reaksi dihitung dari tekanan parsial zatnya (P). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai K_p -nya. Pada perhitungan nilai kesetimbangan tekanan, fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain fase gas maka fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini :



Dari reaksi di atas, dapat diperhatikan jika semua fase dalam reaksi tersebut merupakan fase gas sehingga semua zat digunakan dalam perhitungan menentukan nilai K_p . Lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D. Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

Keterangan :

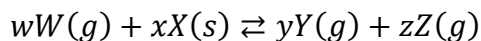
P_A	=	Tekanan Parsial Zat A
P_B	=	Tekanan Parsial Zat B
P_C	=	Tekanan Parsial Zat C
P_D	=	Tekanan Parsial Zat D

Nilai tekanan (P) tiap zat dapat dihitung menurut perhitungan berikut ini :

Misalnya, menghitung tekanan untuk zat A

$$P_A = \frac{\text{mol A}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

Demikian pula untuk reaksi yang melibatkan fase gas dan padatan, tetapan kesetimbangan tekanan ditentukan hanya berdasarkan tekanan zat yang berfase gas juga. Oleh karena itu, notasi tetapan kesetimbangannya ditulis sebagai berikut.



Oleh karena (X) dianggap tetap, sehingga:

$$K^l[X]^x = K_p = \frac{(P_Y)^y (P_Z)^z}{(P_W)^w}$$

c. Hubungan Persamaan Reaksi dengan Tetapan Kesetimbangan (K)

Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut, jika ada suatu reaksi yang tetapan kesetimbangannya sama dengan K , berlaku ketentuan sebagai berikut :

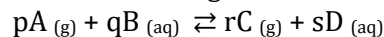
Misalkan reaksi berikut : $2\text{HCl}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ $K = 4$

Berdasarkan reaksi tersebut, maka nilai K akan terjadi perubahan, meliputi hal berikut :

- 1) Reaksi yang berkebalikan, tetapan kesetimbangannya $\frac{1}{K}$.
- 2) Reaksi yang merupakan x kali dari reaksi tersebut, tetapan kesetimbangannya K^x .
- 3) Jika suatu reaksi merupakan pembagian sebesar x dari reaksi maka tetapan kesetimbangannya $\sqrt[x]{K}$.

C. Rangkuman

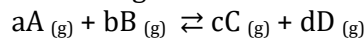
1. Tetapan kesetimbangan merupakan angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan.
2. Berdasarkan jenis reaksi kesetimbangannya, reaksi kesetimbangan terdiri dari reaksi kesetimbangan homogen (fase sama) dan reaksi kesetimbangan heterogen (fase berbeda)
3. Secara umum nilai tetapan kesetimbangan terdiri atas tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c) dan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p)
4. Tetapan kesetimbangan K_c hanya berlaku untuk zat dengan fase gas (g) dan larutan (aq), dimana nilai K_c dapat dituliskan sebagai berikut :



Tetapan kesetimbangan (K)

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

5. Tetapan kesetimbangan K_p hanya berlaku untuk zat dengan fase gas (g) saja, dimana nilai K_c dapat dituliskan sebagai berikut :



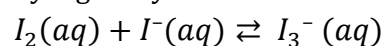
Tetapan kesetimbangan (K)

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

6. Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain berdasarkan ketentuan sebagai berikut :
 - 1) Reaksi yang berkebalikan, tetapan kesetimbangannya $\frac{1}{K}$.
 - 2) Reaksi yang merupakan x kali dari reaksi tersebut, tetapan kesetimbangannya K^x .
 - 3) Jika suatu reaksi merupakan pembagian sebesar x dari reaksi maka tetapan kesetimbangannya $\sqrt[x]{K}$.

D. Tugas Mandiri

1. Perhatikan tabel berikut yang menyatakan konsentrasi kesetimbangan dari reaksi

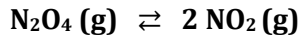


No	I_2 ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)	I^- ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)	I_3^- ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)

1	4,31	0,218	0,680
2	2,75	1,13	2,244
3	2,30	0,720	1,198
4	0,61	6,48	2,857

Tentukan nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut!

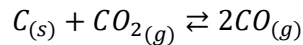
2. Sebanyak 2 mol gas N_2O_4 dipanaskan dalam suatu ruangan sehingga 75% terdisosiasi membentuk gas NO_2 dengan reaksi sebagai berikut:



Jika diketahui tekanan total campuran adalah 8 atm. Tentukan harga K_p pada suhu tersebut!

E. Latihan Soal

1. Diketahui reaksi :



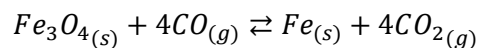
Persamaan tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi tersebut dapat ditulis...

- A. $K_c = \frac{[CO]}{[C][CO_2]}$
 B. $K_c = \frac{[CO]}{[CO_2]}$
 C. $K_c = \frac{[CO_2]}{[CO]}$
 D. $K_c = \frac{[CO]^3}{[C][CO_2]}$
 E. $K_c = \frac{[CO]^3}{[CO_2]}$

2. Persamaan tetapan kesetimbangan yang benar untuk reaksi $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)}$ dituliskan ...

- A. $K_c = \frac{[H_2O][Cl_2]}{[HCl][O_2]}$
 B. $K_c = \frac{[HCl][O_2]}{[H_2O][Cl_2]}$
 C. $K_c = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]^2}{[HCl]^4[O_2]}$
 D. $K_c = \frac{[HCl]^4[O_2]}{[H_2O]^2[Cl_2]}$
 E. $K_c = \frac{[Cl_2]}{[O_2]}$

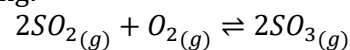
3. Perhatikan persamaan reaksi berikut !



Apabila reaksi tersebut dalam kondisi setara maka persamaan tetapan kesetimbangan tekanannya dapat dituliskan ...

- A. $K_p = \frac{(PFe)(PCO_2)}{(PFe_3O_4)(PCO)}$
 B. $K_p = \frac{(PCO_2)}{(PCO)}$
 C. $K_p = \frac{(PFe)^3(PCO_2)^4}{(PFe_3O_4)(PCO)^4}$
 D. $K_p = \frac{(PCO_2)^4}{(PCO)^4}$
 E. $K_p = \frac{(PCO)^4}{(PCO_2)^4}$

4. Di dalam suatu bejana tertutup yang volumenya 2 liter, pada suhu 127°C terdapat 0,1 mol gas SO_3 ; 0,2 mol gas SO_2 ; dan 0,1 mol gas O_2 yang berada dalam reaksi setimbang:

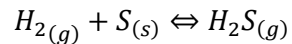


Hitunglah nilai tetapan kesetimbangannya....

- A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4

E. 5

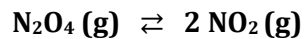
5. Diketahui reaksi:



Ke dalam wadah 1 liter dimasukkan 0,1 mol H_2 dan 0,1 mol S mencapai setimbang. Jika $K_c = 3$ maka mol H_2S terbentuk adalah ...

- A. 0,025
- B. 0,05
- C. 0,075
- D. 0,10
- E. 0,15

6. Sebanyak 4 mol gas
- N_2O_4
- dipanaskan dalam suatu ruangan sehingga 50% terdisosiasi membentuk gas
- NO_2
- dengan reaksi sebagai berikut:



Jika diketahui tekanan total campuran adalah 5,5 atm maka harga K_p pada suhu itu adalah ...

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8
- E. 10

KUNCI JAWABAN dan PEMBAHASAN

No	Kunci jawaban	Pembahasan																																			
1	E	Pada kesetimbangan heterogen, harga tetapan kesetimbangan berasal dari komponen berwujud gas sehingga untuk reaksi kesetimbangan di atas $K_c = \frac{[CO]^3}{[CO_2]}$																																			
2	C	Kesetimbangan di atas merupakan kesetimbangan homogen. Oleh karenanya persamaan K_c berasal dari komponen dalam reaksi. persamaan K_c nya adalah $K_c = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]^2}{[HCl]^4[O_2]}$																																			
3	D	Persamaan reaksi setara untuk reaksi di atas adalah : $Fe_3O_4(s) + 4CO(g) \rightleftharpoons 3Fe(s) + 4CO_2(g)$ Karena reaksi tersebut merupakan reaksi heterogen, maka harga K_p – nya hanya berasal dari komponen berfase gas saja sehingga persamaan K_p – nya menjadi $K_p = \frac{(PCO_2)^4}{(PCO)^4}$																																			
4	E	$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$ $[SO_3] = 0,1 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,05 \text{ mol/L}$ $[SO_2] = 0,2 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,10 \text{ mol/L}$ $[O_2] = 0,1 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,05 \text{ mol/L}$ $K = \frac{(0,05)^2}{(0,10)^2(0,05)}$ $= \frac{0,05}{0,01}$ $= 5$																																			
5	C	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$H_2(g)$</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">$S(s)$</td> <td style="text-align: center;">\rightleftharpoons</td> <td style="text-align: center;">$H_2S(g)$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Awal</td> <td style="text-align: center;">0,1 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,1 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">–</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reaksi</td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td style="text-align: center;">(+)</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="border-top: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>Setimbang</td> <td style="text-align: center;">$(0,1 - x)$ mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$(0,1 - x)$ mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">$K_c = 3$</p> $K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$ $3 = \frac{(x \text{ mol} / 1 \text{ liter})}{(0,1-x) \text{ mol} / 1 \text{ liter}}$ $x = 0,075 \text{ mol}$ <p>Jadi, H_2S terbentuk sebanyak 0,075 mol pada keadaan setimbang.</p>		$H_2(g)$	+	$S(s)$	\rightleftharpoons	$H_2S(g)$		Awal	0,1 mol		0,1 mol		–		Reaksi	x mol		x mol		x mol	(+)								Setimbang	$(0,1 - x)$ mol		$(0,1 - x)$ mol		x mol	
	$H_2(g)$	+	$S(s)$	\rightleftharpoons	$H_2S(g)$																																
Awal	0,1 mol		0,1 mol		–																																
Reaksi	x mol		x mol		x mol	(+)																															
Setimbang	$(0,1 - x)$ mol		$(0,1 - x)$ mol		x mol																																

6	D	<p>% terdisosiasi = 50 % yang artinya nilai $\alpha = \frac{50}{100} = 0,5$ sehingga mol beraksi = mol mula-mula $\times \alpha = 4 \times 0,5 = 2 \text{ mol}$</p> <p>Reaksi : $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ Awal : 4 mol - Reaksi : 2 mol (-) 4 mol (+)</p> <hr/> <p>Setimbang : 2 mol 4 mol</p> <p>Mol total = 2 mol + 4 mol = 6 mol P total = 6 atm</p> <p>$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{\text{mol N}_2\text{O}_4}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}} = \frac{2 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \times 6 \text{ atm} = 2 \text{ atm}$ $P_{\text{NO}_2} = \frac{\text{mol NO}_2}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}} = \frac{4 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \times 6 \text{ atm} = 4 \text{ atm}$</p> <p>$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{(P_{\text{N}_2\text{O}_4})} = \frac{4^2}{2} = \frac{16}{2} = 8$</p>
---	---	--

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

90 - 100	= baik sekali
80 - 89	= baik
70 - 79	= cukup
< 70	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan mengerjakan Evaluasi, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

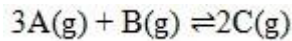
No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian tetapan kesetimbangan?		
2	Apakah anda bisa membuat rumus tetapan kesetimbangan pada reaksi homogen?		
3	Apakah anda bisa membuat rumus tetapan kesetimbangan pada reaksi heterogen?		
4	Apakah anda bisa menghitung harga tetapan kesetimbangan dalam suatu reaksi kimia?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami menentukan dan menghitung tetapan kesetimbangan dalam suatu reaksi kimia, silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama .

EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Suatu sistem reaksi dalam keadaan setimbang bila...
 - A. Reaksi berlangsung dua arah pada waktu bersamaan
 - B. Reaksi berlangsung dalam dua arah dalam laju reaksi yang sama
 - C. Jumlah mol zat yang ada pada keadaan setimbang selalu sama
 - D. Masing-masing zat yang bereaksi sudah habis
 - E. Jumlah zat yang terbentuk dalam reaksi sama dengan pereaksi
2. Suatu reaksi *reversible* mencapai kesetimbangan apabila....
 - A. volume pereaksi sama dengan volume hasil
 - B. mol ruas kiri sama dengan mol ruas kanan
 - C. berat pereaksi sama dengan berat hasil
 - D. laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
 - E. konsentrasi pereaksi sama dengan konsentrasi hasil
3. Manakah yang tidak termasuk ciri terjadinya reaksi kesetimbangan,...
 - A. reaksi *reversible*
 - B. terjadi dalam ruang tertutup
 - C. laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
 - D. reaksinya tidak dapat balik
 - E. tidak terjadi perubahan makroskopis
4. Tetapan kesetimbangan reaksi $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$ adalah 50 pada 600 K, maka tetapan kesetimbangan untuk $\text{HI}(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{I}_2(g)$ adalah
 - A. 0,141
 - B. 0,414
 - C. 0,114
 - D. 0,014
 - E. 1,410
5. Sebanyak 2 mol PCl_5 dimasukkan ke dalam wadah 2 L dan dipanasi pada suhu 250 °C untuk mencapai keadaan setimbang, ketika 60% PCl_5 terurai menjadi PCl_3 dan Cl_2 . Nilai tetapan kesetimbangan, K_c , untuk reaksi $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ adalah ...
 - A. 0,3
 - B. 0,9
 - C. 1,3
 - D. 1,9
 - E. 2,9
6. Dalam kesetimbangan: $\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons \text{C}(g) + \text{D}(g)$
Ketika 1 mol masing-masing reaktan dicampur, terbentuk 0,6 mol setiap produk, berapakah nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut jika volume wadah tertutup adalah 1
 - A. 2,10
 - B. 2,20
 - C. 2,25
 - D. 2,30
 - E. 2,50
7. Gas A,B, dan C masing-masing 0,4 mol, 0,6 ,mol, dan 0,2 mol dicampurkan dalam ruang tertutup dan terjadi reaksi kesetimbangan:



Pada saat setimbang 0,3 mol gas A telah bereaksi, maka gas B yang ada dalam keadaan setimbang adalah...

- A. 0,1 mol
 - B. 0,2 mol
 - C. 0,3 mol
 - D. 0,4 mol
 - E. 0,5 mol
8. Suatu molekul X_2Y terdisosiasi dalam air menjadi X^+ dan Y^{2-} dengan tetapan disosiasi tertentu. Jika 2 mol X_2Y dilarutkan dalam 1 liter air maka 0,45 mol ion X^+ terbentuk. Berapa persentase disosiasi X_2Y yang terdapat dalam air?
- A. 10,25
 - B. 10,5
 - C. 11,25
 - D. 11,5
 - E. 12,25
9. Buatlah satuan tetapan kesetimbangan untuk reaksi berikut ini
- $$2N_{2(g)} + 4O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)}$$
- A. M^{-1}
 - B. M^{-2}
 - C. M^{-3}
 - D. M^1
 - E. M^2
10. Diketahui reaksi kesetimbangan: $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$
Nilai $K_c = 4,17 \cdot 10^{-34}$ pada suhu kamar.
Berapa nilai K_c untuk reaksi pembentukan $HCl_{(g)}$?
- A. $4,17 \cdot 10^{-34}$
 - B. $2,398 \cdot 10^{-33}$
 - C. $2,398 \cdot 10^{-33}$
 - D. $2,398 \cdot 10^{33}$
 - E. $2,398 \cdot 10^{34}$

KUNCI JAWABAN

No	Jawaban
1	B
2	D
3	D
4	A
5	B
6	C
7	E
8	C
9	B
10	D

Pedoman Penilaian

1 soal memiliki skor = 10
 Jumlah Skor Maksimal = 100
 Jumlah Skor Perolehan = jumlah benar x 10

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1 dan 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlahskorperolehan}}{\text{Jumlahskormaksimal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan pada materi berikutnya . Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Larutan Penyangga pada Kegiatan Belajar 1 dan 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

**"Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh,
 engkau akan jatuh di antara bintang-bintang."
 (Soekarno)**

DAFTAR PUSTAKA

- Emi Sulami,dkk. Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMAMA Kelas XI. Intan Pariwara. Klaten. 2009.
- Elizabeth Thahjadarmawan. Gagasan Kimia Jilid 2. REXAQILA Media.Yogyakarta 2018 .
- Nana Sutresna. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Grafindo. Jakarta. 2013.
- Sri Rahayu Ningsih. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Bumi Aksara. Jakarta. 2013.
- Unggul Sudarmo, dkk. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Penerbit Erlangga. Jakarta. 2014.