

2025

KESETIMBANGAN KIMIA

**TES KEMAMPUAN AKADEMIK
(TKA)**

Zainal “Mr.Z” Abidin



Kesetimbangan Kimia

Muatan

TKA Kimia disusun berdasarkan materi kimia esensial pada Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka. Muatan tersebut terdiri dari empat elemen kimia, yaitu:

- Kimia Fisik: energetika dan **dinamika reaksi**;

Elemen/ Materi

4. Kimia Fisik

Sub-elemen/ Submateri

Dinamika

Kompetensi

- Menganalisis kesetimbangan dinamis serta berbagai faktor yang mempengaruhinya.
- Menganalisis konsep/proses kimia yang berkaitan dengan reaksi kesetimbangan.

Materi

Konsep Kesetimbangan

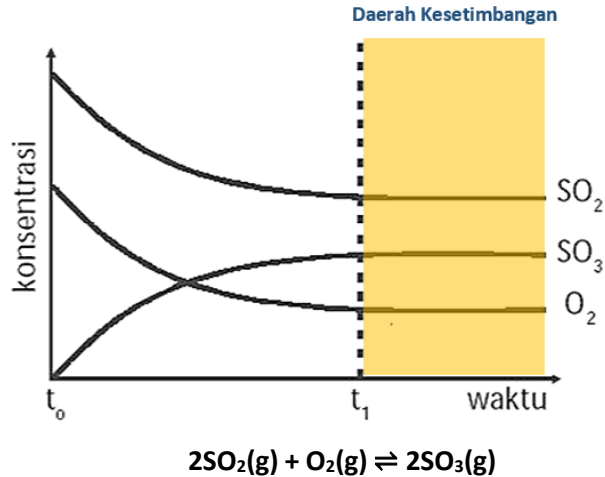
Kesetimbangan adalah suatu keadaan di mana tidak ada perubahan (bersifat dinamis) yang terlihat seiring berjalannya waktu. Reaksi kesetimbangan merupakan reaksi reversible (reaksi yang dapat balik atau dua arah) di mana zat-zat hasil reaksi dapat bereaksi kembali membentuk zat-zat asalnya. Untuk menyatakan kesetimbangan digunakan dua anak panah yang berlawanan arah (\rightleftharpoons atau \rightleftharpoons) pada persamaan reaksinya.

Kesetimbangan kimia tercapai jika:

- Laju reaksi maju dan laju reaksi balik sama besar.
- Konsentrasi reaktan dan produk tetap konstan.

Contoh kesetimbangan fisis: $\text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O (g)}$

Contoh kesetimbangan kimia: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$



Konsentrasi SO_2 dan O_2 (pereaksi) turun, konsentrasi SO_3 (hasil reaksi) naik. Pada keadaan setimbang, konsentrasi masing-masing zat tetap.

Jenis-jenis Kestimbangan

Suatu reaksi bolak-balik dapat berlangsung dalam berbagai wujud. Berdasarkan wujud zat yang terlibat dalam reaksi, reaksi kesetimbangan dibedakan menjadi dua, yaitu:

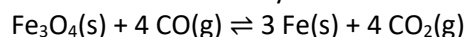
1. Kestimbangan Homogen

Pada kesetimbangan homogen, seluruh zat yang terlibat dalam persamaan reaksi mempunyai wujud sama, misalnya:

- Kestimbangan antara gas-gas
 $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$
- Kestimbangan antara ion-ion dalam larutan
 $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$

2. Kestimbangan Heterogen

Pada kesetimbangan heterogen, zat-zat yang terlibat dalam persamaan reaksi mempunyai wujud berbeda-beda. Misalnya:



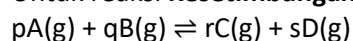
Tetapan Kestimbangan

Menurut hukum kesetimbangan, yaitu "hasil kali konsentrasi setimbang zat di ruas kanan dibagi dengan hasil kali konsentrasi setimbang zat di ruas kiri, masing-masing dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai harga tertentu pada suhu tertentu".

Ungkapan hukum kesetimbangan tersebut disebut dengan persamaan tetapan kesetimbangan. Tetapan kesetimbangan dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Tetapan Kestimbangan Konsentrasi (K_c)

Untuk reaksi **Kestimbangan Homogen**:



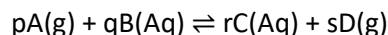
Tetapan kesetimbangan konsentrasinya (K_c) adalah:

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

Untuk reaksi **Kesetimbangan Heterogen**:

Mempunyai prioritas (g) > (Aq) > (l) > (s)

Contoh:



Pada contoh ini, gas (g) mempunyai prioritas lebih tinggi dari larutan. Maka Tetapan kesetimbangan konsentrasinya (K_c) adalah:

$$K_c = \frac{[D]^s}{[A]^p}$$

$$[] = \text{Molaritas (M)} = \frac{\text{mol}}{\text{Liter Larutan}}$$

Mol atau Molaritas zat harus dalam keadaan setimbang. Jika belum semua data dalam keadaan setimbang, maka harus ditentukan dulu melalui **tabel MBS**:

	A	+ B	\rightleftharpoons	C	+ D
Mula-mula					
Bereaksi		(-)			(+)
Setimbang					

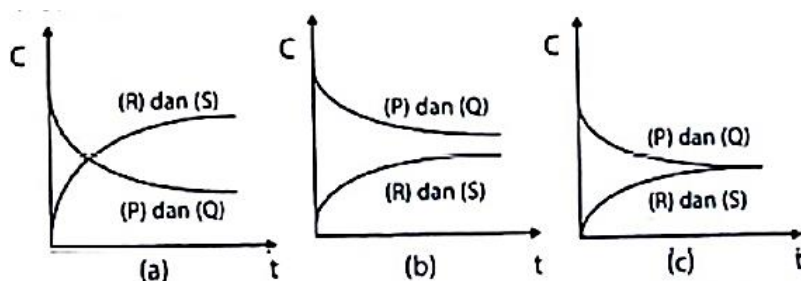
Catatan:

Tanda **(-)** dan **(+)** menggambarkan pergeseran kesetimbangan. Jika:

Bergeser ke kanan, maka kiri **(-)** dan kanan **(+)**

Bergeser ke kiri, maka kiri **(+)** dan kanan **(-)**

Perhatikan gambar berikut.



Beberapa informasi penting yang berkaitan dengan tetapan kesetimbangan, yaitu:

- Apabila $K > 1$ (a), maka [produk] lebih besar dari pada [reaktan], Reaksi: $P + Q \rightleftharpoons R + S$
- Apabila $K < 1$ (b), maka [produk] lebih kecil dari pada [reaktan], Reaksi: $P + Q \rightleftharpoons R + S$
- Apabila $K = 1$ (c), maka [produk] sama dengan [reaktan], Reaksi: $P + Q \rightleftharpoons R + S$
- Harga K hanya dipengaruhi oleh suhu.** Harga **K akan tetap selama suhu tetap.** Harga K berubah apabila ada perubahan suhu.
Reaksi endoterm: apabila suhu dinaikkan, maka K bertambah besar.

Reaksi eksoterm: apabila suhu dinaikkan, maka K lebih kecil.

e. Meramalkan arah reaksi.

Apabila ke dalam persamaan tetapan kesetimbangan, zat-zat hasil reaksi dan zat-zat pereaksi yang dimasukkan bukan merupakan keadaan setimbang, maka harga yang diperoleh disebut **kuotion reaksi (Qc)**. Kuotion reaksi merupakan perbandingan konsentrasi-konsentrasi yang bentuknya sama dengan persamaan K. Atau jika di kedua ruas reaksi ditambah zat. Maka ketentuannya:

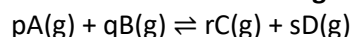
- Jika $Q_c < K$, berarti reaksi akan **bergeser ke kanan** sampai dengan tercapai keadaan setimbang. Kiri (-) Kanan (+)
- Jika $Q_c > K$, berarti reaksi akan **bergeser ke kiri** sampai dengan tercapai keadaan setimbang. Kiri (+) Kanan (-)
- Jika $Q_c = K$, berarti reaksi dalam keadaan setimbang/ **tak bergeser**.

2. Tetapan Kesetimbangan Tekanan (Kp)

Jika belum diketahui tekanan masing-masing zat (**Tekanan Parsial**) pada kesetimbangan. Tekanan parsial untuk masing-masing gas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_X = \frac{\text{mol } X}{\text{mol total}} \cdot P_{\text{total}}$$

Untuk reaksi **Kesetimbangan Homogen**:



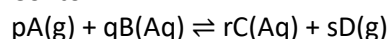
Tetapan kesetimbangan tekanannya (Kp) adalah:

$$K_p = \frac{(pC)^r (pD)^s}{(pA)^p (pB)^q}$$

Untuk reaksi **Kesetimbangan Heterogen**:

Mempunyai prioritas (g) > (Aq) > (l) > (s)

Contoh:



Pada contoh ini, gas (g) mempunyai prioritas lebih tinggi dari larutan. Maka Tetapan kesetimbangan tekanannya (Kp) adalah:

$$K_c = \frac{(pD)^s}{(pA)^p}$$

$$P_{\text{total}} = P_A + P_B + P_C + P_D$$

Beberapa catatan mengenai nilai K (Jika diketahui harga K dari suatu reaksi, ditanyakan harga K pada reaksi tertentu)

1. $K > 1 \rightarrow$ produk yang dihasilkan **banyak**.
 $K < 1 \rightarrow$ produk yang dihasilkan **sedikit**.

2. Jika reaksi **dibalik**, maka nilai **K menjadi $1/K$**
 Jika reaksi **dikali dengan x** , maka **K menjadi K^x**
 Jika reaksi **dibagi x** , nilai **K menjadi $\sqrt[x]{K}$ atau $K^{1/x}$**
 Jika **reaksi-reaksi dijumlahkan**, maka harga-harga **K dikalikan, $K_1 \times K_2 \times \dots$**

Hubungan antara K_p dengan K_c

Tekanan parsial gas sebanding dengan konsentrasinya.

Hal ini sesuai dengan persamaan gas ideal, yaitu:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T, \text{ karena } \frac{n}{V} = C \text{ (konsentrasi) maka:}$$

$$P = C \cdot R \cdot T$$

sehingga diperoleh:

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$$

Keterangan:

R = tetapan gas = $0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

T = suhu mutlak (K) = $^{\circ}\text{C} + 273$

$\Delta n = (\sum \text{koefisien gas kanan} - \sum \text{koefisien gas kiri})$, wujud zat harus homogen. Jika heterogen berlaku **prioritas (g) > (aq) > (l) > (s)**.

Derajat Disosiasi (α)

Disosiasi adalah peruraian suatu zat menjadi zat lain yang lebih sederhana. Disosiasi yang terjadi akibat pemanasan disebut disosiasi termal. Disosiasi yang berlangsung di dalam ruang tertutup akan berakhir dengan suatu kesetimbangan yang disebut kesetimbangan disosiasi. Besarnya fraksi zat yang terdisosiasi dinyatakan oleh derajat disosiasi (α),

$$\text{Derajat disosiasi } (\alpha) = \frac{\text{mol pereaksi terurai}}{\text{mol pereaksi mula-mula}}$$

Pergeseran Kesetimbangan

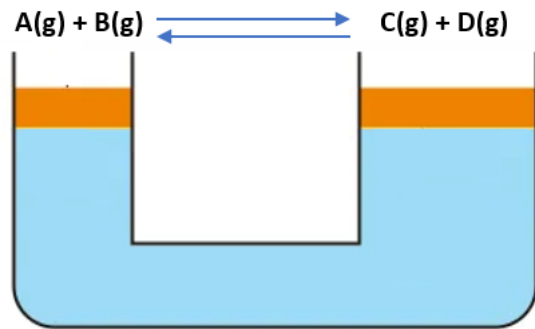
Henry Le Chatelier berpendapat bahwa jika pada kesetimbangan kimia dilakukan gangguan, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan dengan tujuan mempertahankan kesetimbangan tersebut sehingga pengaruhnya menjadi sekecil mungkin. Pendapat tersebut dikenal sebagai hipotesis atau prinsip Le Chatelier. **"Jika dalam sistem kesetimbangan dinamis dilakukan gangguan, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan dan membentuk kesetimbangan baru sehingga perubahan menjadi sekecil mungkin"**.

Beberapa aksi yang dapat menimbulkan perubahan pada kesetimbangan antara lain:

1. Perubahan Konsentrasi

- Jika salah satu konsentrasi zat diperbesar, reaksi akan bergeser dari arah zat tersebut.
- Jika salah satu konsentrasi zat diperkecil, reaksi akan bergeser ke arah zat tersebut.

Lebih mudah jika dianalogikakan seperti bejana berhubungan:



Jika Konsentrasi A dan atau B ditambah, reaksi akan bergeser ke kanan

Jika Konsentrasi C dan atau D ditambah, reaksi akan bergeser ke kiri

Jika Konsentrasi A dan atau B dikurangi, reaksi akan bergeser ke kiri

Jika Konsentrasi C dan atau D dikurangi, reaksi akan bergeser ke kanan

Bagaimana jika kanan dan kiri ditambah atau dikurangi secara bersamaan? Maka berlaku:

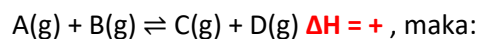
- Jika $Q_c < K$, berarti reaksi akan **bergeser ke kanan** sampai dengan tercapai keadaan setimbang. Kiri (-) Kanan (+)
- Jika $Q_c > K$, berarti reaksi akan **bergeser ke kiri** sampai dengan tercapai keadaan setimbang. Kiri (+) Kanan (-)
- Jika $Q_c = K$, berarti reaksi dalam keadaan setimbang/ **tak bergeser**.

2. Perubahan Suhu

- Jika suhu dinaikkan, reaksi akan bergeser ke arah reaksi endoterm ($\Delta H = +$).
- Jika suhu diturunkan, reaksi akan bergeser ke arah reaksi eksoterm ($\Delta H = -$).

Contoh:

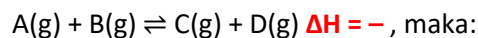
Reaksi endoterm



Reaksi Reaksi

Eksoterm **Endoterm**

Reaksi endoterm



Reaksi Reaksi

Endoterm **Eksoterm**

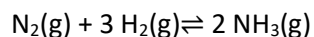
3. Perubahan Tekanan atau Volum

- Jika tekanan diperbesar (volum diperkecil), reaksi akan bergeser ke arah jumlah koefisien reaksi yang lebih kecil.
- Jika tekanan diperkecil (volum diperbesar), reaksi akan bergeser ke arah jumlah koefisien reaksi yang lebih besar.
- Bila jumlah koefisien reaksi sebelum dan sesudah reaksi sama, perubahan volum/ tekanan tidak menggeser letak kesetimbangan.

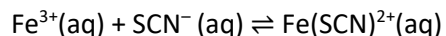
Catatan: Untuk perubahan volume dan tekanan, wujud diperhitungkan. Artinya **harus dalam wujud yang sama (homogen)**. Jika heterogen berlaku **prioritas (g) > (aq) > (l) > (s)**.

Contoh:

Kesetimbangan homogen

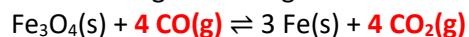


Σ Koefisien kiri = 1+3 dan koefisien kanan = 2



Σ Koefisien kiri = 1+1 dan koefisien kanan = 1

Kesetimbangan heterogen



Σ Koefisien kiri = 4 dan koefisien kanan = 4

Contoh Soal

Tipe Ujian Nasional

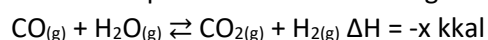
1. UAS-06-14

Kesetimbangan dinamis adalah suatu keadaan dari sistem yang menyatakan ...

- A. jumlah mol zat-zat pereaksi sama dengan jumlah mol zat-zat hasil reaksi
- B. jumlah partikel setiap zat yang bereaksi dan yang terbentuk sama
- C. secara makroskopis reaksi berlangsung terus
- D. reaksi terus berlangsung kedua arah yang berlawanan secara mikroskopis
- E. zat-zat hasil reaksi tidak bereaksi lebih lanjut karena telah setimbang

2. UNAS 2014, Type 1- 30

Perhatikan persamaan kesetimbangan!



Jika gas hidrogen yang terbentuk ditambah, sistem kesetimbangan tersebut....

- A. bergeser ke kanan, karena hasil reaksi bertambah
- B. bergeser ke kiri, karena bergeser dari zat yang ditambah
- C. tetap tidak berubah, karena hasil reaksi tetap
- D. tekanan kesetimbangan turun, karena koefisiensi reaksi sama
- E. suhu kesetimbangan turun, karena reaksi eksoterm

3. UNAS 2013-Type 1-30

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut! $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g}) \quad \Delta H = -36,23 \text{ kJ}$

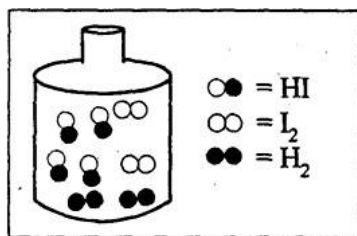
Jika pada suhu tetap, volume dibesarkan maka kesetimbangan akan bergerak ke arah....

- A. produk, karena reaksi ke arah produk berlangsung eksoterm
- B. reaktan, karena reaksi ke arah reaktan berlangsung endoterm
- C. produk, karena jumlah mol HBr lebih besar dibanding Br_2
- D. tetap, karena jumlah mol pereaksi sama dengan jumlah mol produk
- E. tetap, karena jumlah mol H_2 sama dengan jumlah molekul Br_2

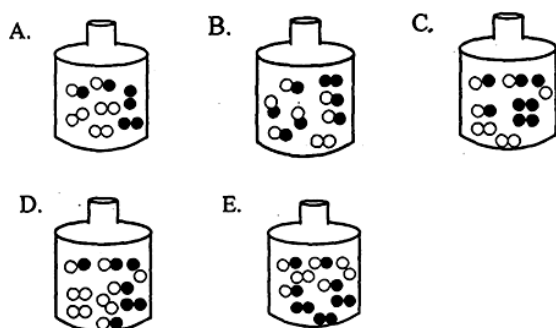
4. UNAS 2009 P-27, No.31

Persamaan reaksi kesetimbangan gas : $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ $\Delta H = +26\text{kJ}$

Gambar molekul pada keadaan setimbang sesaat adalah sebagai berikut :

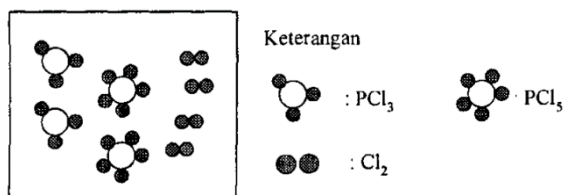


Bila suhu dinaikkan maka gambar molekul yang menunjukkan keadaan setimbang sesaat yang baru adalah....

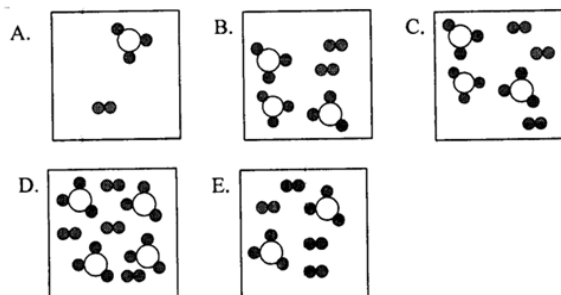


5. UNAS 2010 P-27, No.31

Pada reaksi kesetimbangan : $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$. Gambar partikel pada keadaan kesetimbangan sesaat adalah sebagai berikut:



Gambar partikel pereaksi pada keadaan kesetimbangan sesaat yang baru, jika tekanan diperbesar adalah.....



6. UNAS 2012-A83-31

Diberikan beberapa reaksi kesetimbangan:

- (1) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$
- (2) $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{PCl}_5(\text{g})$
- (3) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
- (4) $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

Persamaan reaksi yang produknya bertambah jika pada suhu tetap tekanan diperbesar adalah....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (3) dan (4)

7. UN 2019 Type A

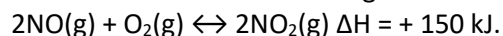
Reaksi kesetimbangan terjadi dalam mulut. Email gigi mengandung senyawa kalsium hidroksiapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Pada keadaan tertentu, zat tersebut dapat mengalami kesetimbangan sebagai berikut.
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 3\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$

Apabila seseorang sering mengonsumsi makanan atau minuman yang bersifat asam, lapisan gigi akan keropos. hal ini terjadi karena kesetimbangan bergeser ke arah.....

- A. kiri dan jumlah $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ bertambah
- B. kiri dan jumlah $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ berkurang
- C. kanan dan jumlah $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ bertambah
- D. kanan dan jumlah $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ berkurang
- E. kanan dan jumlah OH^{-} berkurang

8. EBTANAS-98-13

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut:



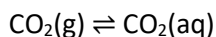
Apabila pada volum tetap suhu dinaikkan, maka kesetimbangan bergeser ke arah ...

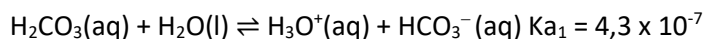
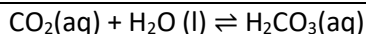
- A. kanan dan harga K tetap
- B. kiri dan harga K makin kecil
- C. kanan dan harga K makin kecil
- D. kiri dan harga K makin besar
- E. kanan dan harga K makin besar

9. UN 2018 Type A

Bacalah wacana berikut!

pH normal darah manusia sudah dirancang selalu relatif tetap yaitu $7,40 \pm 0,05$. Komponen utama buffer darah adalah $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{HCO}_3^{-}$ dengan perbandingan 1: 20, yang merupakan salah satu hasil metabolisme pernapasan.





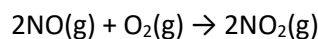
Pada kasus alkalosis atau kelebihan basa yang disebabkan berkurangnya CO_2 terlarut, pH darah naik hingga mencapai 7,8. Jika dibiarkan akan menyebabkan kerusakan sistem saraf. Salah satu upaya mengembalikan pH normal darah adalah dengan pemberian masker gas oksigen didukung infus larutan buffer bikarbonat pH 6,7 selama selang waktu tertentu.

Berdasarkan wacana tersebut, pemberian larutan bikarbonat pH 6,7 bertujuan untuk

- A. menaikkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kiri
- B. menaikkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kanan
- C. menaikkan pH darah tanpa menggeser arah kesetimbangan
- D. menurunkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kiri
- E. menurunkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kanan

10. UN 2018 Type A

Proses pembuatan gas NO_2 sesuai dengan reaksi:



Diperoleh data sebagai berikut.

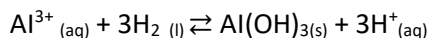
t °	Kp
600	18
1000	2

Jika suhu dinaikkan pada tekanan tetap, ternyata harga Kp turun menjadi 1/9 kalinya. Sedangkan jika suhu diturunkan kembali, harga Kp akan kembali naik. Pernyataan yang tepat mengenai hal tersebut adalah ...

- A. Reaksi pembentukan gas NO_2 adalah reaksi eksotermal, sehingga kenaikan suhu menyebabkan konsentrasi NO_2 berkurang.
- B. Reaksi pembentukan gas NO_2 adalah reaksi Endotermal sehingga penurunan suhu akan mengubah komposisi zatnya dalam kesetimbangan.
- C. Saat suhu dinaikkan tekanan parsial gas NO_2 bertambah, tekanan parsial gas NO dan O_2 berkurang.
- D. Saat suhu diturunkan tekanan parsial gas NO_2 berkurang, tekanan parsial gas NO dan O_2 bertambah.
- E. Saat suhu diturunkan pada tekanan tetap, tekanan parsial gas NO_3 : gas NH_3 .

11. UNAS 2011, No. 23

Harga tetapan setimbangan (Kc) untuk reaksi:



Ditentukan oleh persamaan

A. $K_c = \frac{[Al(OH)_3][H^+]^3}{[Al^{3+}][H_2O]}$

B. $K_c = \frac{[H^+]^3}{[Al^{3+}][H_2O]^3}$

C. $K_c = \frac{[Al^{3+}][H_2O]}{[Al(OH)_3][H^+]^3}$

D. $K_c = \frac{[H^+]^3}{[Al^{3+}]}$

E. $K_c = \frac{[Al(OH)_3]}{[H_2]^3}$

12. UN-SMA-2015-1-29

Berikut ini data hasil reaksi kesetimbangan pembentukan gas HI dalam wadah 1 liter :

	$H_2(g) +$	$I_2(g) \rightleftharpoons$	$2HI(g)$
Keadaan awal	0,2 mol	0,15 mol	-
Bereaksi	0,1 mol	0,10 mol	0,2 mol
Keadaan setimbang	0,1 mol	0,05 mol	0,2 mol

Harga tetapan kesetimbangannya (K_c) adalah

A. $K_c = \frac{[0,2]}{[0,1][0,1]}$

B. $K_c = \frac{[0,2]}{[0,1][0,05]}$

C. $K_c = \frac{[0,2]^2}{[0,1][0,05]}$

D. $K_c = \frac{[0,1][0,05]}{[0,2]}$

E. $K_c = \frac{[0,1][0,1]}{[0,2]^2}$

13. UN 2016 T-1-26

Jika persamaan K_c dari kesetimbangan homogen adalah:

$$K_c = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2}$$

Maka persamaan reaksi kesetimbangan yang benar adalah

- A. $NH_3(g) \rightleftharpoons 1/2 N_2(g) + 3/2 H_2(g)$
- B. $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$
- C. $1/2 NH_3(g) + 3/2 H_2(g) \rightleftharpoons N_2(g)$
- D. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$
- E. $2N_2(g) + 6 H_2(g) \rightleftharpoons 4NH_3(g)$

14. UNAS 2014-Type 1-29

Dalam suatu percobaan kesetimbangan : $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$

Pada saat kesetimbangan tercapai, diperoleh data sebagai berikut;

Zat	Konsentrasi
SO_2	0,3 M
O_2	0,1 M
SO_3	0,1 M

Maka harga Kc adalah

- A. 3/10
- B. 1/3
- C. 9/10
- D. 10/9
- E. 10/3

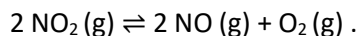
15. UNAS 2012-C79-31

Harga Kc dari reaksi kesetimbangan: $2\text{SO}_3(g) \leftrightarrow 2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g)$ adalah 0,05 pada suhu tertentu dalam volume 1 liter. Berapa konsentrasi gas SO_3 saat kesetimbangan jika saat setimbang terdapat X M SO_2 dan Y M O_2 ?

- A. $\sqrt{\frac{0,05}{(\text{X})^2(\text{Y})}}$
- B. $\frac{0,05 \cdot (\text{X})}{(\text{Y})}$
- C. $\frac{0,05}{(\text{X})^2(\text{Y})}$
- D. $\frac{(\text{X})^2(\text{Y})}{0,05}$
- E. $\sqrt{\frac{(\text{X})^2(\text{Y})}{0,05}}$

16. UNAS 2009 P-27, No.31

Dalam suatu bejana bervolume 1 liter, terdapat 4 mol gas NO_2 membentuk kesetimbangan sebagai berikut:



Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap terbentuk 1 mol O_2 , maka harga tetapan kesetimbangan (Kc) adalah.....

- A. 0,5
- B. 1,0
- C. 1,5
- D. 2,0
- E. 4,0

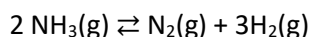
17. UNAS 2009 P-27, No.31

Dalam suatu bejana bervolume 1 liter, terdapat 4 mol gas NO_2 membentuk kesetimbangan sebagai berikut: $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$. Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap terbentuk 1 mol O_2 , maka harga tetapan kesetimbangan (K_c) adalah.....

- A. 0,5
- B. 1,0
- C. 1,5
- D. 2,0
- E. 4,0

18. UN Kimia 2017 - 21

Pada tempat tertutup dengan volume 1 liter dimasukkan 6 mol gas NH_3 . Setelah beberapa lama terjadi kesetimbangan :

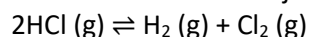


Jika saat setimbang terdapat 2 mol gas N_2 serta tekanan total 8 atm, Nilai K_p reaksi tersebut adalah

- A. 110,59 atm²
- B. 69,12 atm²
- C. 3,00 atm²
- D. 0,04 atm²
- E. 0,014 atm²

19. UAS-05-20

Pada volume 2 liter terjadi reaksi kesetimbangan :

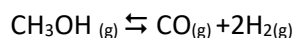


Jika dalam keadaan setimbang terdapat 0,4 mol HCl dan 0,2 mol H_2 dan harga tetapan kesetimbangan $K = 2$, maka konsentrasi Cl_2 yang terdapat dalam keadaan kesetimbangan adalah

- A. 0,1 M
- B. 0,2 M
- C. 0,4 M
- D. 0,8 M
- E. 1,6 M

20. UNAS 2010 P-27, No.32

Pada reaksi penguraian metanol berikut, terjadi proses kesetimbangan:



Jika pada suhu 27°C harga tetapan kesetimbangan (K_c) proses tersebut = 0,5, maka harga K_p dari reaksi tersebut adalah ... (R: 0,082.Latm mo1K)

- A. $\frac{1}{0,5} \times (0,082 \times 300)^{-2}$
- B. $\frac{1}{0,5} \times (0,082 \times 300)^{-1}$
- C. $0,5 \times (0,082 \times 300)$
- D. $0,5 \times (0,082 \times 300)^2$

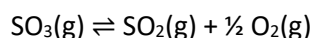


E. $5,0 \times (0,082 \times 300)^2$

Tipe SBMPTN

1. SBMPTN-2021

Reaksi kesetimbangan berikut:

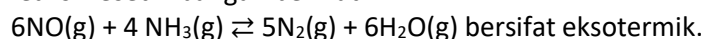


menyerap kalor reaksi sebesar 191 kJ. Hal-hal berikut menyebabkan reaksi bergeser ke arah reaktan, *kecuali...*

- A. gas O_2 ditambahkan dalam sistem setimbang.
- B. volume campuran dimampatkan.
- C. campuran pada kesetimbangan didinginkan.
- D. gas inert ditambahkan ke dalam campuran kesetimbangan pada volume tetap.
- E. suhu reaksi diturunkan.

2. SBMPTN-2021

Perhatikan persamaan reaksi kesetimbangan berikut:

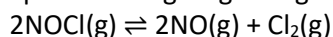


Pernyataan yang benar, jika suhu reaksi dinaikkan maka

- A. gas N_2 bertambah.
- B. gas NH_3 berkurang.
- C. harga K makin kecil.
- D. reaksi semakin lambat.
- E. reaksi tidak bergeser.

3. SBMPTN/2017/135

Dekomposisi NOCl dalam wadah tertutup 1 L berlangsung sebagai berikut.

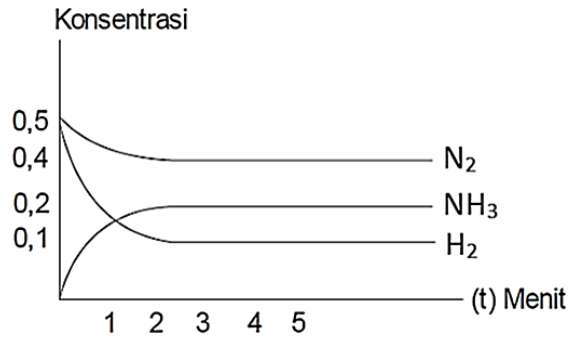


Pada temperatur tertentu, konsentrasi gas pada kesetimbangan masing-masing adalah 2 M. Kesetimbangan tersebut....

- A. tidak bergeser jika ke dalam wadah ditambahkan 1 mol NOCl dan 1 mol NO
- B. bergeser ke kanan jika ke dalam wadah ditambahkan 1 mol NOCl dan 1 mol NO
- C. bergeser ke kiri jika ke dalam wadah ditambahkan 1 mol NOCl dan 1 mol NO
- D. bergeser ke kiri jika ke dalam wadah ditambahkan 2 mol NOCl dan 1 mol NO
- E. tidak bergeser jika ke dalam wadah ditambahkan 2 mol NOCl dan 1 mol NO

4. SBMPTN 2019

Perhatikan grafik berikut:



Jika pada menit ke-3 ditambahkan N₂, maka

- kesetimbangan bergeser ke arah reaktan.
- N₂ bertambah.
- NH₃ bertambah.
- H₂ bertambah.
- tidak terjadi pergeseran kesetimbangan.

5. UMPTN 2001

Tetapan kesetimbangan reaksi: $2\text{BaO}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{BaO}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ diberikan oleh...

- $K = \frac{[\text{BaO}_2]^2}{[\text{BaO}]}$
- $K = \frac{[\text{BaO}_2]^2}{[\text{BaO}]^2 [\text{O}_2]}$
- $K = \frac{[\text{BaO}_2]^2}{[\text{BaO}]^2}$
- $K = \frac{[\text{BaO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{BaO}]^2}$
- $K = [\text{O}_2]$

6. UMPTN 1995

$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$. Bila 1 mol CO dan 1 mol H₂O direaksikan sampai terjadi kesetimbangan dan pada saat tersebut masih tersisa 0,2 mol CO, maka harga tetapan kesetimbangan, K_c adalah...

- 4
- 9
- 16
- 20
- 25

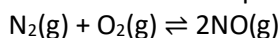
7. UMPTN 1995

Sebanyak 160 g SO₃ (M_r = 80) dipanaskan dalam wadah bervolum 1 L dan terjadi reaksi: $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Pada saat perbandingan mol SO₃ dan O₂ = 2 : 3, derajat disosiasi SO₃ adalah...

- $\frac{1}{4}$
- $\frac{1}{3}$
- $\frac{1}{2}$
- $\frac{2}{3}$
- $\frac{3}{4}$

8. SBMPTN/2015/538

Pada tekanan dan temperatur tertentu dalam wadah tertutup 10 L terjadi kesetimbangan

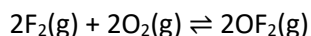


Konsentrasi gas N_2 , O_2 , dan NO dalam kesetimbangan masing-masing adalah 0,6 M. Bila ke dalamnya ditambahkan 2 mol gas NO , maka konsentrasi gas NO pada kesetimbangan yang baru adalah...

- A. 0,13 M
- B. 0,47 M
- C. 0,67 M
- D. 0,73 M
- E. 0,80 M

9. SBMPTN-2021

Gas oksigen difluorida (OF_2) disintesis menurut reaksi kesetimbangan berikut.



Jika saat kesetimbangan terdapat 2 mol F_2 , 1 mol O_2 , dan 2 mol OF_2 serta tekanan totalnya 100 torr, maka tekanan parsial O_2 pada campuran kesetimbangan adalah...

- A. 80 torr.
- B. 60 torr.
- C. 40 torr.
- D. 20 torr.
- E. 10 torr.

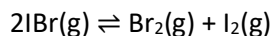
10. SNMPTN 2009

Reaksi $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ digunakan oleh industri sebagai sumber hidrogen. Nilai K_c untuk reaksi ini pada suhu 500°C adalah 4. Pada temperatur tersebut, nilai K_p adalah...

- A. 1
- B. 2
- C. 4
- D. 6
- E. 8

11. SBMPTN/2018/451

Gas IBr terurai menurut kesetimbangan berikut.



Dalam wadah 10 L dimasukkan 0,4 mol gas IBr . Saat tercapai kesetimbangan, terdapat 0,1 mol gas Br_2 . Tetapan kesetimbangan, K_p , reaksi di atas adalah

- A. 2.50
- B. 2,00
- C. 0,50
- D. 0.40
- E. 0,25

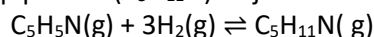
12. UMPN 2000

Dalam suatu wadah tertutup, ammonium klorida dipanaskan pada suhu 200°C dan terjadi disosiasi, $\text{NH}_4\text{Cl(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{(g)} + \text{HCl(g)}$. Jika pada suhu tersebut $K_p = a$ (tekanan dalam atm), maka tekanan total dalam wadah (dalam atm) adalah...

- A. $2a$
- B. \sqrt{a}
- C. a^2
- D. a
- E. $2\sqrt{a}$

13. SBMPTN/2018/453

Hidrogenasi piridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) menjadi piperidin ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}$) terjadi sesuai kesetimbangan berikut.

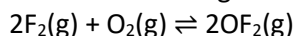


Suatu wadah tertutup bervolume tetap diisi gas piperidin dengan tekanan 38 atm. Jika saat setimbang gas piridin mempunyai tekanan 2 atm, tetapan kesetimbangan, K_p , reaksi di atas adalah....

- A. $1/6$
- B. $1/12$
- C. $1/18$
- D. $1/36$
- E. $1/72$

14. SBMPTN/2016/213

Gas oksigen difluorida (OF_2) disintesis dari reaksi antara gas F_2 dengan gas O_2 menurut reaksi berikut:



Dalam sebuah wadah dengan volume tertentu, tekanan awal gas F_2 dan gas O_2 diketahui masing-masing 1 atm. Jika pada kesetimbangan tekanan total gas adalah 1,75 atm, maka nilai K_p reaksi tersebut adalah...

- A. 0,133
- B. 0,278
- C. 0,555
- D. 0,755
- E. 1,333

15. SBMPTN-2021

Sebanyak 2 mol SO_3 dipanaskan dalam wadah bervolum 1 L dan terjadi reaksi (belum setara):

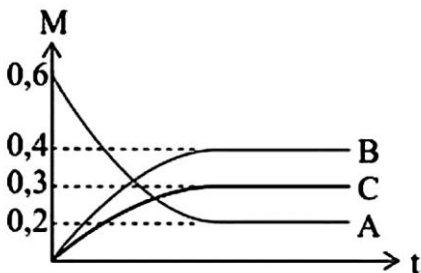


Pada saat setimbang perbandingan mol SO_3 dan $\text{O}_2 = 2 : 1$, maka harga K_c reaksi tersebut adalah...

- A. 0,5
- B. 1,5
- C. 2
- D. 4
- E. 6

16. SBMPTN 2019

Diketahui profil yang reaksi kesetimbangan antara A, B, dan C pada suhu tertentu sebagai berikut:

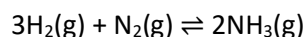


Reaksi kesetimbangan yang sesuai untuk grafik di atas adalah ...

- A. $A + C \rightleftharpoons 2B$
- B. $4A \rightleftharpoons 4B + 3C$
- C. $A \rightleftharpoons 2B + C$
- D. $5A \rightleftharpoons 2B + 4C$
- E. $A \rightleftharpoons 4B + 2C$

17. SBMPTN/2014/532/514/591/552/541/523/586/589

Proses Haber-Bosch merupakan proses pembentukan atau produksi amonia berdasarkan reaksi:



Data K_p dan K_c dari reaksi kesetimbangan (dapat balik) tersebut pada berbagai temperatur adalah

T(°C)	K_p	K_c
25	$9,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^8$
300	$4,6 \times 10^{-9}$	$1,0 \times 10^{-5}$
400	$2,6 \times 10^{-10}$	$8,0 \times 10^{-7}$

Jika pada saat kesetimbangan reaksi di atas pada suhu 25°C tekanan parsial H_2 dan N_2 masing-masing adalah 1 atm dan 10 atm, maka tekanan total sistem pada saat kesetimbangan tersebut adalah...

- A. 3000 atm
- B. 3100 atm
- C. 3011 atm
- D. 3101 atm
- E. 3111 atm

18. UMPTN 1997

Harga K untuk reaksi kesetimbangan: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ adalah 25, maka pada kondisi yang sama, harga untuk reaksi: $SO_3(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ adalah...

- A. $\frac{1}{3}$
- B. $\frac{1}{5}$
- C. $\frac{1}{7}$
- D. $\frac{1}{9}$
- E. $\frac{1}{25}$

19. UMPTN 1993

Jika tetapan kesetimbangan K_c bagi reaksi: $A + B \rightleftharpoons C$ dan bagi reaksi $2A + D \rightleftharpoons C$ berturut-turut, yaitu 4 dan 8, maka tetapan kesetimbangan K_c bagi reaksi $C + D \rightleftharpoons 2B$ adalah...

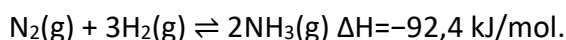


- A. $\frac{1}{2}$
- B. 2
- C. 8
- D. 12
- E. 24

Tipe TKA

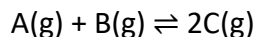
Soal Pilihan Ganda Soal Tunggal (HOTS)

1. Reaksi pembentukan amonia adalah:



Untuk memaksimalkan hasil produksi amonia, seorang operator pabrik menerapkan kondisi tertentu. Apa tindakan yang paling efektif yang dapat dilakukan operator tersebut?

- A. Menaikkan suhu dan menurunkan tekanan.
 - B. Menurunkan suhu dan menaikkan tekanan.
 - C. Menurunkan suhu dan menurunkan tekanan.
 - D. Menambahkan katalis dan menaikkan suhu.
 - E. Menurunkan konsentrasi N_2 dan H_2 .
2. Reaksi kesetimbangan berikut terjadi di dalam wadah tertutup:



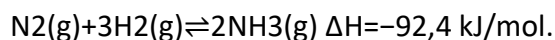
Jika tekanan sistem dinaikkan dengan cara memperkecil volume wadah, apa yang akan terjadi pada kesetimbangan?

- A. Kesetimbangan bergeser ke kiri, karena jumlah mol gas reaktan lebih besar.
- B. Kesetimbangan bergeser ke kanan, karena jumlah mol gas produk lebih besar.
- C. Kesetimbangan tidak bergeser, karena jumlah mol gas reaktan dan produk sama.
- D. Kesetimbangan bergeser ke kanan, karena tekanan produk lebih tinggi.
- E. Kesetimbangan bergeser ke kiri, karena tekanan reaktan lebih tinggi.

Kesetimbangan Kimia dalam Kehidupan dan Industri

Kesetimbangan kimia adalah kondisi di mana laju reaksi maju dan laju reaksi balik sama, sehingga konsentrasi reaktan dan produk tidak lagi berubah. Kesetimbangan bersifat dinamis, artinya reaksi terus berlangsung meskipun tidak ada perubahan makroskopis yang terlihat. Prinsip Le Chatelier adalah konsep fundamental yang menjelaskan bagaimana sistem kesetimbangan merespons gangguan, seperti perubahan suhu, tekanan, atau konsentrasi. Sistem akan bergeser untuk menetralkan gangguan tersebut.

Aplikasi prinsip ini sangat penting dalam industri, contohnya dalam proses pembuatan amonia (proses Haber-Bosch), yang merupakan bahan baku pupuk. Reaksi pembentukan amonia adalah eksotermik:



Untuk memaksimalkan produksi amonia (produk), prinsip Le Chatelier digunakan untuk memprediksi kondisi optimal. Karena reaksinya eksotermik, suhu yang rendah akan menggeser kesetimbangan ke kanan, meningkatkan hasil. Selain itu, karena produk memiliki jumlah mol gas yang lebih sedikit (2 mol) daripada reaktan (4 mol), tekanan yang tinggi akan mendorong kesetimbangan ke arah produk, juga meningkatkan hasil.

Dalam kehidupan sehari-hari, prinsip ini juga berlaku. Contohnya adalah minuman bersoda yang mengandung gas CO_2 . Saat botol dibuka, tekanan di dalam botol turun, menyebabkan kesetimbangan $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ bergeser ke kanan, sehingga gas CO_2 keluar dari larutan. Ini menunjukkan bagaimana perubahan tekanan dapat memengaruhi kesetimbangan gas dalam larutan. Memahami faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan memungkinkan kita mengendalikan proses kimia baik di laboratorium maupun di industri.

Soal Pilihan Ganda Soal Grup (HOTS)

3. Berdasarkan stimulus, mengapa dalam proses Haber-Bosch untuk produksi amonia, tekanan harus dinaikkan?
 - A. Karena tekanan yang tinggi dapat menaikkan suhu reaksi.
 - B. Karena kenaikan tekanan akan menggeser kesetimbangan ke arah jumlah mol gas yang lebih besar.
 - C. Karena jumlah mol gas reaktan (4 mol) lebih besar dari jumlah mol gas produk (2 mol), sehingga kenaikan tekanan akan menggeser kesetimbangan ke arah produk.
 - D. Karena tekanan tinggi mengurangi energi aktivasi reaksi.
 - E. Karena tekanan yang tinggi membuat katalis bekerja lebih efektif.
4. Mengacu pada stimulus, mengapa minuman bersoda melepaskan gelembung gas saat botolnya dibuka?
 - A. Pembukaan botol meningkatkan suhu, menyebabkan gas terlarut keluar.
 - B. Tekanan di dalam botol meningkat, memaksa gas untuk keluar.
 - C. Pembukaan botol menurunkan konsentrasi gas CO_2 di dalam larutan.
 - D. Pembukaan botol menurunkan tekanan, menggeser kesetimbangan ke arah reaktan yang berupa gas.
 - E. Pembukaan botol menurunkan tekanan, menggeser kesetimbangan ke arah produk yang berupa gas.
5. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut yang berkaitan dengan prinsip Le Chatelier:

- (1) Sistem kesetimbangan akan bergeser untuk melawan gangguan.
- (2) Penambahan katalis dapat menggeser kesetimbangan ke arah produk.
- (3) Kenaikan suhu pada reaksi eksotermik akan menggeser kesetimbangan ke arah reaktan.

Pilihlah **satu kombinasi yang paling tepat** yang mendeskripsikan konsep kesetimbangan dinamis berdasarkan stimulus!

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (2) dan (3)
- D. Hanya (3)
- E. (1), (2) dan (3).

Soal Pilihan Ganda Kompleks MCMA (HOTS)

6. Reaksi kesetimbangan: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ dengan $\Delta H < 0$. Pilihlah **dua pernyataan yang benar** yang menggambarkan cara untuk menggeser kesetimbangan ke kanan (ke arah produk)!
 - A. Menambahkan konsentrasi gas A.
 - B. Menaikkan tekanan dengan memperkecil volume.
 - C. Menurunkan suhu.
 - D. Menambahkan katalis.
 - E. Mengeluarkan gas D dari sistem.
7. Pada reaksi kesetimbangan: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ dengan $\Delta H = -57,2 \text{ kJ/mol}$. Pilihlah **dua pernyataan yang benar** yang menjelaskan pengaruh perlakuan terhadap sistem!
 - A. Jika suhu dinaikkan, konsentrasi NO_2 akan meningkat.
 - B. Jika konsentrasi N_2O_4 diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke kiri.
 - C. Jika tekanan dinaikkan, konsentrasi NO_2 akan meningkat.
 - D. Jika volume sistem diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke kiri.
 - E. Katalis akan mempercepat pergeseran kesetimbangan ke kanan.

Soal Pilihan Ganda Kompleks Kategori (HOTS)

8. Reaksi kesetimbangan: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ $\Delta H = +178 \text{ kJ/mol}$.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
Reaksi pembentukan CO_2 adalah endotermik.		
Kenaikan suhu akan menggeser kesetimbangan ke kanan.		
Kenaikan tekanan akan menggeser kesetimbangan ke kanan.		

9. Reaksi kesetimbangan: $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$ (merah) Ketika FeCl_3 ditambahkan ke dalam larutan yang berada dalam kesetimbangan, warna merah larutan akan semakin pekat.

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
Penambahan FeCl_3 menaikkan konsentrasi ion Fe^{3+} .		
Kesetimbangan bergeser ke kiri, menjauhi produk.		
Konsentrasi SCN^{-} akan berkurang karena kesetimbangan bergeser.		

10. Reaksi kesetimbangan: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ (cokelat) Jika wadah reaksi diperkecil volumenya pada suhu konstan, warna cokelat dari gas NO_2 akan memudar.

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
A. Perubahan ini terjadi karena tekanan sistem meningkat.		
B. Kesetimbangan bergeser ke arah reaktan (N_2O_4) yang memiliki jumlah mol lebih kecil.		
C. Reaksi pembentukan N_2O_4 adalah eksotermik.		

