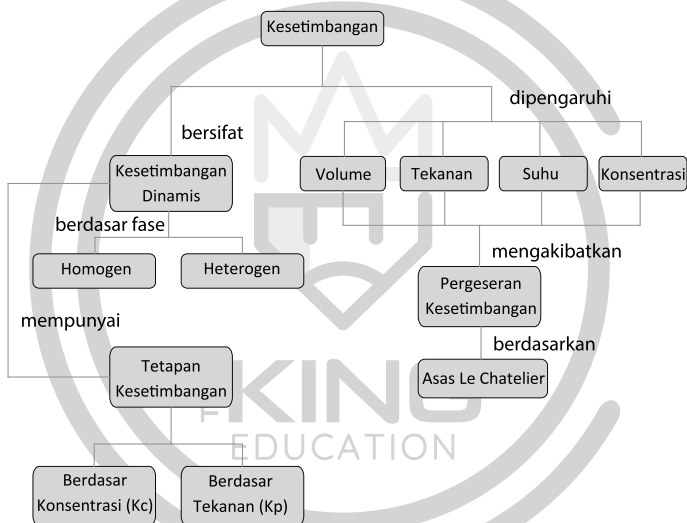


KESETIMBANGAN KIMIA

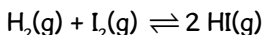


A. Mind Mapping

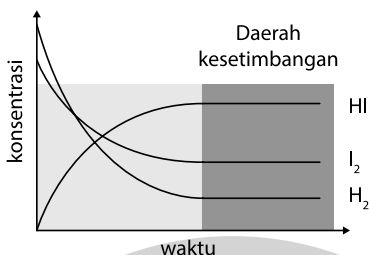


B. Reaksi Kesetimbangan

Reaksi kesetimbangan adalah reaksi dimana produk (hasil reaksi) dapat bereaksi kembali membentuk reaktan (pereaksi). Berdasarkan arahnya, reaksi kimia dapat dibedakan menjadi reaksi *reversible* (dapat balik) dan reaksi *irreversible* (tidak dapat balik). Reaksi kesetimbangan ditandai dengan tanda (\rightleftharpoons). Contoh reaksinya sebagai berikut.



Grafik Reaksi Pembentukan Gas HI



Konsentrasi H_2 dan I_2 (pereaksi) turun, konsentrasi HI (hasil reaksi) naik. Pada keadaan setimbang, konsentrasi masing-masing zat tetap.

Ciri-ciri reaksi dua arah (*reversible*) yaitu:

1. Antara reaktan dan hasil reaksi dihubungkan dengan dua arah anak panah (\rightleftharpoons , \rightleftarrows , atau \leftrightarrow).
2. Hasil reaksi tersebut dapat bereaksi kembali membentuk zat-zat pereaksi.
3. Reaksi ke kanan disebut reaksi maju, sedangkan reaksi ke kiri disebut reaksi balik.

Pada saat kesetimbangan terjadi, maka:

1. Laju reaksi ke kanan = laju reaksi ke kiri (kesetimbangan dinamis).
2. Tidak terjadi perubahan konsentrasi produk dan reaktan (konsentrasi zat-zat tetap).

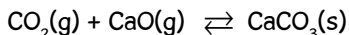
Kesetimbangan seperti ini disebut **kesetimbangan dinamis**.

Ciri-ciri keadaan setimbang dinamis:

1. Reaksi berlangsung terus-menerus dengan arah yang berlawanan.
2. Terjadi pada ruang tertutup, suhu, dan tekanan tetap.
3. Kecepatan reaksi ke arah produk (hasil reaksi) sama dengan kecepatan reaksi ke arah reaktan (zat-zat pereaksi).

Contoh reaksi kesetimbangan:

- Pembentukan terumbu karang:

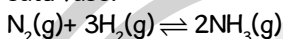


- Pembentukan amonia: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

Berdasarkan fase zat yang terlibat, reaksi kesetimbangan dibagi menjadi 2, yaitu:

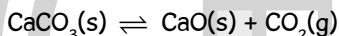
1. Reaksi Homogen

Reaksi homogen adalah reaksi yang hanya terdiri dari satu fase.



2. Reaksi Heterogen

Reaksi Heterogen adalah reaksi yang terdiri lebih dari satu fase.



C. Tetapan Kesetimbangan

1. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Konsentrasi (K_c)

Tetapan kesetimbangan (K) menunjukkan perbandingan komposisi produk dengan reaktan. Tetapan kesetimbangan berdasarkan (K_c) menunjukkan perbandingan [produk] dengan [reaktan].

Misal untuk reaksi: $\text{gA} + \text{hB} \leftrightarrow \text{iC} + \text{jD}$

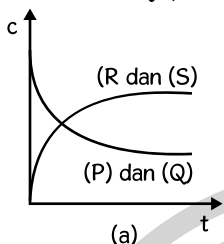
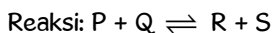
$$\text{Maka harga kesetimbangan: } K = \frac{[\text{C}]^i [\text{D}]^j}{[\text{A}]^g [\text{B}]^h}$$

Beberapa informasi penting yang berkaitan dengan tetapan kesetimbangan, yaitu:

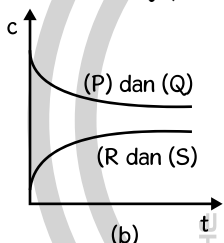
- a. Rumus K_c hanya dimasukkan konsentrasi zat-zat yang berfase **larutan (aq)** dan **gas (g)**.



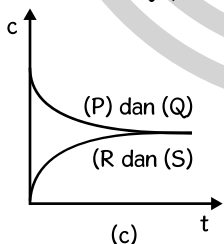
- b. Apabila $K > 1$ (a), maka [produk] lebih besar dari pada [reaktan]



- c. Apabila $K < 1$ (b), maka [produk] lebih kecil dari pada [reaktan]



- d. Apabila $K = 1$ (c), maka [produk] sama dengan [reaktan]



e. Hubungan reaksi dengan harga K:

Apabila reaksi dibalik, harga K menjadi $\frac{1}{K}$

Apabila reaksi dikalikan x, harga K menjadi K^x

Apabila reaksi dibagi x, harga K menjadi $\sqrt[x]{K}$

Apabila reaksi dijumlahkan, harga-harga K dikalikan

f. 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.

g. 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 (Q_c). Kuotion reaksi merupakan perbandingan konsentrasi-konsentrasi yang bentuknya sama dengan persamaan K. Ketentuannya:

- Jika $Q_c < K$, berarti reaksi akan berlangsung dari kiri ke kanan sampai dengan tercapai keadaan setimbang.
- Jika $Q_c > K$, berarti reaksi akan berlangsung dari kanan ke kiri sampai dengan tercapai keadaan setimbang
- Jika $Q_c = K$, berarti reaksi dalam keadaan setimbang.

Langkah-langkah dalam perhitungan pada kesetimbangan kimia (K_c) dapat diselesaikan dengan:

a. Tulis persamaan reaksi setara,
misalnya: $gA + hB \leftrightarrow iC + jD$

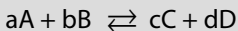


- b. Buat tabel:
mula-mula(m):
reaksi (r) :
setimbang (s) : _____
- c. Masukkan mol yang diketahui atau ditanya (mol yang ditanya pakai variabel seperti x).
- d. Hitung mol zat yang bereaksi dan yang terbentuk.
- e. Hitung mol zat yang sisa (setimbang).
- f. Hitung konsentrasi ($M = \text{mol/Liter}$) zat-zat pada saat setimbang.
- g. Masukkan konsentrasi zat-zat saat setimbang pada rumus K.

2. Tetapan Kesetimbangan Gas (K_p)

Jika reaksi kesetimbangan melibatkan gas, maka kita dapat menentukan tetapan kesetimbangan berdasar tekanan (K_p). Tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan (K_p) adalah hasil perkalian tekanan parsial gas-gas hasil reaksi dibagi perkalian tekanan parsial gas-gas pereaksi yang masing-masing dipangkatkan koefisien.

Misal untuk reaksi:



Harga kesetimbangan (K_p):

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b} \text{ atau } K_p = \frac{[\text{produk}]^{\text{koef}}}{[\text{reaktan}]^{\text{koef}}}$$

Keterangan:

K_p = tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan

P_A, P_B, P_C, P_D = tekanan parsial gas



Tekanan parsial dapat ditentukan dengan cara:

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

Langkah-langkah untuk menentukan K_p : langkah 1 – 4 sama dengan penentuan K_c . Setelah diperoleh mol setimbang, tentukan tekanan parsial dan masukkan ke rumus K_p .

Beberapa informasi penting yang berkaitan dengan tetapan kesetimbangan gas (K_p), yaitu:

- Rumus K_p hanya dimasukkan tekanan parsial zat-zat berfase gas saja.
- Hubungan antara K_p dengan K_c yaitu:

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

Keterangan: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

T = suhu (K)

Δn = selisih koefisien gas kanan-kiri

- Harga $K_p = K_c$, bila $\Delta n = 0$ (jumlah koefisien gas kanan = jumlah koefisien gas kiri).

3. Derajat Disosiasi (α)

Disosiasi adalah penguraian suatu zat menjadi zat lain yang lebih sederhana. Kesetimbangan disosiasi adalah reaksi kesetimbangan dari reaksi penguraian gas. Dalam suatu reaksi kesetimbangan, pereaksi yang berada di ruas kiri tidak pernah habis. Besarnya bagian zat yang terdisosiasi dinyatakan oleh derajat disosiasi (α), yaitu perbandingan antara jumlah zat yang terdisosiasi dengan jumlah zat mula-mula.

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah mol zat terurai}}{\text{Jumlah mol zat awal}}$$



4. Faktor yang Memengaruhi Tetapan Kesetimbangan

- Nilai tetapan kesetimbangan hanya dipengaruhi oleh perubahan suhu.



Reaksi endoterm ($\Delta H = +$) : suhu naik, K bertambah

Reaksi eksoterm ($\Delta H = -$) : suhu naik, K berkurang

- Nilai tetapan kesetimbangan **tidak dipengaruhi** oleh *perubahan konsentrasi, perubahan volume/tekanan, ataupun penambahan katalis*. Katalis hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan.

5. Membandingkan Tetapan Kesetimbangan



- Jika reaksi dibalik, $K' = 1/K$ (dibagi)
- Jika reaksi dikali x , $K' = K^x$ (dipangkat)
- Jika reaksi dibagi x , $K' = \sqrt[x]{K}$ (diakar)
- Jika reaksi dijumlah, maka K dikali

CONTOH SOAL

1. SOAL SBMPTN 2013 KODE 135

Dekomposisi gas N_2O_4 menjadi gas NO_2 pada 400 K dalam tabung tertutup sesuai dengan reaksi berikut:



Jika tekanan awal gas N_2O_4 adalah 72 atm, maka

- (1) tekanan total gas pada keadaan kesetimbangan adalah 80 atm.
- (2) setelah tercapainya kesetimbangan tekanan parsial gas N_2O_4 adalah 64 atm.
- (3) nilai $K_p > 4$ pada suhu di atas 400 K.
- (4) pada kondisi kesetimbangan tekanan parsial NO_2 dua kali tekanan parsial N_2O_4 .



Pembahasan Cerdik:

	$\text{N}_2\text{O}_4 \text{ (atm)}$	\rightleftharpoons	$2\text{NO}_2 \text{ (atm)}$
Mula-mula	72		-
Bereaksi	x		2x
Setimbang	$72 - x$		2x

$$K_p = \frac{(\text{PNO}_2)^2}{(\text{PN}_2\text{O}_4)}$$

$$4 = \frac{(2x)^2}{(72 - x)}$$

$$x = 8 \text{ atm}$$

Maka, $\text{PN}_2\text{O}_4 = (72 - x) \text{ atm} = (72 - 8) \text{ atm} = 64 \text{ atm}$

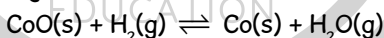
$\text{PNO}_2 = 2x = 16 \text{ atm}$

Nilai $K_p > 4$ pada suhu di atas 400 K (asumsi reaksi endoterm).

Jawaban: A

2. SOAL SBMPTN 2013 KODE 332

Dalam wadah tertutup pada suhu 750°C , terdapat kesetimbangan reaksi:



dengan $K_p = 85$. Bila ke dalam sistem ditambahkan serbuk logam Co, maka

- (1) reaksi bergeser ke kiri untuk mencapai keadaan kesetimbangan baru.
- (2) perbandingan konsentrasi gas H_2 terhadap H_2O tidak berubah.
- (3) tekanan total dalam wadah meningkat.
- (4) pada suhu 750°C , nilai K_p tetap 85.



Pembahasan Cerdik:

Penambahan serbuk logam Co tidak mempengaruhi kesetimbangan sehingga perbandingan konsentrasi gas H_2 terhadap H_2O tidak berubah. Selain itu, nilai K_p tetap pada suhu tetap.

Jawaban: C

D. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI 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.

2. Perubahan Suhu

- Jika suhu dinaikkan, reaksi akan bergeser ke arah reaksi endoterm.
- Jika suhu diturunkan, reaksi akan bergeser ke arah reaksi eksoterm.

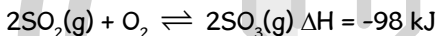


3. Perubahan Tekanan atau Volum

- 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.

CONTOH SOAL

Pada kesetimbangan:



Jika pada suhu tetap, volume diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke

- A. kanan, karena jumlah mol hasil reaksi < pereaksi
- B. kanan, karena jumlah mol hasil reaksi > pereaksi
- C. kanan, karena jumlah mol pereaksi = hasil pereaksi
- D. kiri, karena jumlah mol pereaksi < hasil pereaksi
- E. kiri, karena jumlah mol pereaksi > hasil pereaksi

Pembahasan Cerdik:

Apabila volume diperkecil (tekanan diperbesar), reaksi akan bergeser ke arah jumlah mol gas yang lebih kecil, yaitu bergeser ke kanan.



Trik Praktis!

- Vocil (Psar) – Mocil
(Volume diperkecil/ tekanan diperbesar akan geser ke jumlah mol gas kecil)
- Bah – Wan
(Konsentrasi ditambah akan geser ke lawan yang ditambah konsentrasinya)
- Nas – Endo
(Dipanaskan suhunya akan geser ke reaksi endoterm)

Jawaban: A

E. KESETIMBANGAN DALAM INDUSTRI

Reaksi kesetimbangan dalam dunia industri sangat diperlukan. Untuk menghasilkan produk yang cukup banyak, maka suatu reaksi kesetimbangan harus bergeser ke arah kanan (produk). Agar reaksi kesetimbangan bergeser ke arah kanan (produk), maka faktor konsentrasi, suhu, tekanan gas, dan katalisator sangat diperhitungkan untuk memperoleh hasil yang optimal, cepat dan ekonomis.

1. Pembuatan amonia dengan proses Haber-Bosch

Reaksi kesetimbangan amonia:



Hal yang perlu dilakukan agar produk amonia diperoleh maksimal (kesetimbangan bergeser ke kanan), yaitu:

- a. Suhu. Pada suhu biasa proses reaksi berjalan lambat sekali walaupun reaksi bergeser ke kanan. Tetapi jika suhu dinaikkan, reaksi berlangsung jauh lebih cepat. Ke-



naikan suhu tersebut menyebabkan reaksi bergeser ke arah kiri (pereaksi) sehingga mengurangi produksi amonia. Dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan, Haber menemukan bahwa suhu 550°C akan meningkatkan hasil amonia.

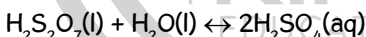
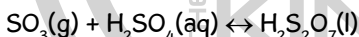
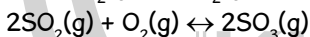
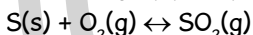
- b. Tekanan yang digunakan tinggi.
- c. NH_3 yang diperoleh dipisahkan setelah didinginkan.
- d. Gunakan katalis yang lebih baik, yaitu katalis besi oksida yang mengandung sedikit kalium dan aluminium oksida, seperti Al_2O_3 , MgO , CaO , dan K_2O .

2. Pembuatan asam sulfat dengan proses kontak

Bahan utama dalam pembuatan asam sulfat adalah gas SO_3 . Gas SO_3 dibuat dengan cara proses kontak berdasarkan reaksi eksoterm.



Reaksi lengkap pada pembuatan asam sulfat sebagai berikut:



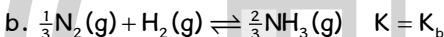
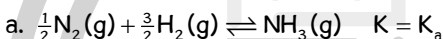
Reaksi bergeser ke arah kanan tidak terjadi jika pada suhu kamar. Tetapi kondisi optimal dicapai pada suhu 400°C dengan menggunakan katalis vanadium oksida (V_2O_5) reaksi berjalan dengan baik, yaitu 98% sempurna.



SOAL LATIHAN

1. SOAL STANDAR UTBK 2019

Nitrogen banyak dimanfaatkan dalam bentuk senyawa asam nitrat, natrium nitrat, dan amonia. Aqua regia yang terbuat dari campuran asam nitrat dan asam klorida untuk melarutkan emas. Di alam, sumber nitrogen yang melimpah adalah dalam bentuk N_2 . Gas N_2 akan bereaksi dengan gas hidrogen membentuk senyawa amonia melalui proses Harber. Berikut ini beberapa persamaan kesetimbangan:



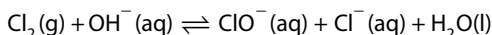
Diketahui dalam keadaan setimbang pada reaksi (a) terdapat 0,9 mol N_2 , 0,4 mol H_2 , dan 8×10^{-5} mol NH_3 dalam 10 L larutan. Nilai K_b pada suhu $375^\circ C$ adalah $1,0 \times 10^{-6}$. Berdasarkan data di atas, pernyataan berikut yang tepat adalah

- A. $K_a = K_b^{\frac{2}{3}}$ dengan konsentrasi produk lebih banyak daripada reaktan
- B. $K_a = K_b^{\frac{3}{2}}$ dengan konsentrasi produk lebih banyak daripada reaktan
- C. $K_a = K_b^{\frac{2}{3}}$ dengan konsentrasi produk lebih sedikit daripada reaktan
- D. $K_a = K_b^{\frac{3}{2}}$ dengan konsentrasi produk lebih sedikit daripada reaktan
- E. $K_a = K_b^{\frac{2}{3}}$ dengan konsentrasi produk sama dengan reaktan



2. SIMAK UI 2018

Senyawa yang dapat memutihkan pakaian NaOCl dapat dibuat dengan mereaksikan gas Cl_2 dengan larutan Natrium hidroksida sesuai reaksi berikut.

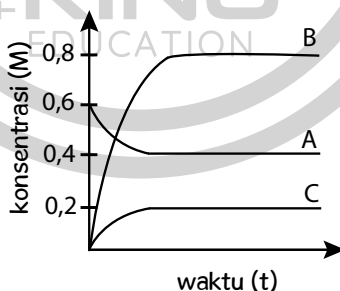


Manakah pernyataan kesetimbangan yang tepat untuk reaksi tersebut?

- A. Reaksi NaOCl meningkat jika Cl^- ditambahkan.
- B. Konsentrasi NaOCl meningkat jika Cl^- ditambahkan.
- C. Jika volume ditingkatkan, reaksi bergeser ke arah kanan.
- D. Perubahan volume tidak berpengaruh terhadap reaksi.
- E. Penurunan tekanan membuat reaksi bergeser ke kiri.

3. SOAL UTBK 2019

Perhatikan grafik kesetimbangan yang terjadi pada pereaksi dan hasil reaksi saat tercapai keadaan setimbang sebagai berikut.



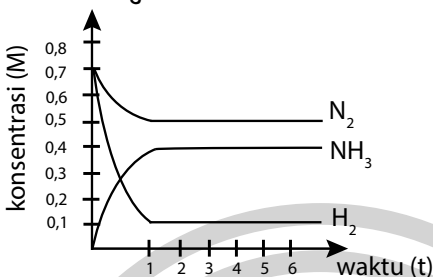
Persamaan reaksi yang tepat adalah . . .

- A. $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$
- B. $\text{A} + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{B}$
- C. $\text{A} \rightleftharpoons 2\text{B} + \text{C}$
- D. $\text{A} \rightleftharpoons 4\text{B} + \text{C}$
- E. $2\text{A} \rightleftharpoons 8\text{B} + 3\text{C}$



4. SOAL UTBK 2019

Perhatikan grafik berikut.



Jika pada menit ke-3 ditambahkan N_2 , maka

- A. kesetimbangan bergeser ke arah reaktan
- B. harga K bertambah
- C. NH_3 bertambah
- D. H_2 bertambah
- E. tidak terjadi pergeseran kesetimbangan

5. SOAL SBMPTN 2018 KODE 460

Gas N_2O_5 terurai menurut kesetimbangan berikut.

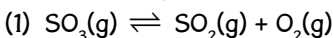


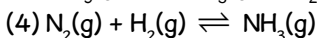
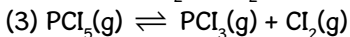
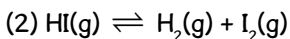
Dalam wadah 1 L dimasukkan 0,25 mol gas N_2O_5 , saat kesetimbangan tercapai terdapat 0,1 mol NO_2 . Tetapan kesetimbangan, K_c , untuk reaksi tersebut adalah

- A. $6,67 \times 10^{-6}$
- B. $4,25 \times 10^{-5}$
- C. $6,25 \times 10^{-5}$
- D. $1,11 \times 10^{-4}$
- E. $6,25 \times 10^{-3}$

6. SOAL UM-UGM 2018 KODE 576

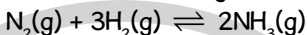
Reaksi-reaksi kesetimbangan yang belum setara berikut yang menghasilkan produk reaksi lebih besar bila tekanan diperbesar adalah





7. STANDAR UTBK 2019

Pembuatan amonia (bahan dasar pupuk) diproduksi secara besar-besaran melalui proses Haber-Bosch menurut persamaan kesetimbangan:



Hubungan pengaruh suhu terhadap nilai konstanta kesetimbangan pada proses tersebut, diberikan pada tabel berikut.

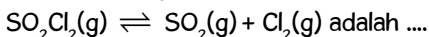
Suhu (°)	Kp (atm ⁻²)
500	0,4
400	0,7

Berdasarkan data, pernyataan yang benar tentang kesetimbangan pembentukan amonia adalah

- A. endoterm, suhu dinaikkan kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan amonia (kanan)
- B. endoterm, suhu dinaikkan kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan N₂ dan H₂ (kiri)
- C. eksoterm, suhu dinaikkan kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan N₂ dan H₂ (kiri)
- D. eksoterm, suhu dinaikkan kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan amonia (kiri)
- E. endoterm, peningkatan suhu hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan baru

8. SOAL UM-UGM 2017 KODE 532

SO₂Cl₂ (Mr = 135) sebanyak 13,5 g diletakkan pada labu 2 L pada 650 K. Jumlah SO₂ pada kesetimbangan = 0,05 mol. Harga Kc untuk reaksi:

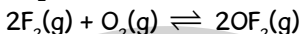


- A. $2,5 \times 10^{-3}$
B. $2,5 \times 10^{-2}$
C. $5,0 \times 10^{-2}$

- D. $2,5 \times 10^{-1}$
E. $5,0 \times 10^{-1}$

9. **SOAL SBMPTN 2016 KODE 213**

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

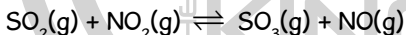


Dalam sebuah wadah dengan volume tertentu, tekanan awal gas F_2 dan gas O_2 diketahui masing-masing 1 atm. Jika pada kesetimbangan tekanan total gas adalah 1,75 atm, maka nilai K_p reaksi tersebut adalah

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

10. **SOAL SBMPTN 2015 KODE 509**

Pada tekanan dan temperatur tertentu dalam tabung 5 L terdapat sistem kesetimbangan:

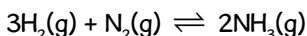


Konsentrasi masing-masing zat dalam keadaan kesetimbangan adalah 0,5 M. Jika ke dalam tabung ditambahkan masing-masing 5 mol gas SO_3 dan gas NO , maka konsentrasi gas NO dalam kesetimbangan baru adalah

- A. 0,16 M
B. 0,25 M
C. 0,50 M
D. 1,00 M
E. 1,50 M

Untuk soal nomor 11 sampai 13, bacalah narasi berikut.

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



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

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

11. SOAL SBMPTN 2014 KODE 532

Dari data tetapan kesetimbangan proses Haber-Bosch tersebut di atas, pernyataan yang benar adalah

- A. untuk meningkatkan hasil reaksi (NH_3), maka dapat dilakukan dengan cara menaikkan suhu.
- B. reaksi pembentukan amonia adalah reaksi eksotermis.
- C. perubahan entalpi reaksi peruraian amonia berharga negatif.
- D. produk peruraian amonia terjadi lebih besar pada suhu rendah.
- E. penambahan katalis akan menaikkan harga tetapan kesetimbangan.

12. SOAL SBMPTN 2014 KODE 532

Penambahan wadah 1 L terdapat 20 gram H_2 , 28 gram N_2 , dan sejumlah NH_3 dalam kesetimbangan pada suhu 300°C . Jika gas NH_3 dalam kesetimbangan tersebut dipisahkan dan dilarutkan dalam 1 L air, maka pH larutan yang diperoleh adalah ($K_b \text{NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)

- A. 8
- B. 9
- C. 10
- D. 11
- E. 12



13. SOAL SBMPTN 2014 KODE 532

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. 3.000 atm
- B. 3.100 atm
- C. 3.011 atm
- D. 3.101 atm
- E. 3.111 atm

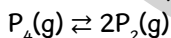
14. SOAL UM-UGM 2015 KODE 631

Sebanyak 3 mol $\text{SO}_3(\text{g})$ pada temperatur dan volume tertentu terurai menjadi $\text{SO}_2(\text{g})$ dan $\text{O}_2(\text{g})$. Jika derajat disosiasi SO_3 adalah $2/3$ dan tekanan total gas setelah tercapai kesetimbangan adalah 1 atm, maka tekanan parsial O_2 pada saat kesetimbangan adalah
(Diketahui Ar S = 32, O = 16)

- A. 0,125 atm
- B. 0,25 atm
- C. 0,5 atm
- D. 0,75 atm
- E. 1,25 atm

15. SOAL STANDAR UTBK 2019

Pada 1.200°C , terjadi kesetimbangan P_4 dan P_2 dalam wadah tertutup menurut reaksi:



Jika awalnya terdapat hanya gas P_4 dengan tekanan 63 atm dan setelah mencapai kesetimbangan tekanan total dalam wadah menjadi 66 atm, maka harga K_p untuk reaksi kesetimbangan tersebut adalah ...

- A. 0,06
- B. 0,10
- C. 0,15
- D. 0,60
- E. 1,05



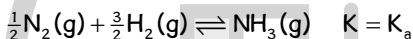
PEMBAHASAN

1. Pembahasan Cerdik:

Ingat-ingat!

- Jika $Q_c < K$, berarti reaksi akan berlangsung dari kiri ke kanan sampai dengan tercapai keadaan setimbang.
- Jika $Q_c > K$, berarti reaksi akan berlangsung dari kanan ke kiri sampai dengan tercapai keadaan setimbang
- Jika $Q_c = K$, berarti reaksi dalam keadaan setimbang.

reaksi (a) tetap.



reaksi (b) dikali $\frac{3}{2}$.



Maka, diperoleh $K_a = (K_b)^{\frac{3}{2}}$

$$Q_a = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{N}_2]^{\frac{1}{2}} [\text{H}_2]^{\frac{3}{2}}} = \frac{\left(\frac{8 \times 10^{-5}}{10} \right)}{\left[\frac{0,9}{10} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{0,4}{10} \right]^{\frac{3}{2}}} = 3,3 \times 10^{-3}$$

$Q_a > K_a$, maka reaksi bergeser ke kiri, karena konsentrasi produk lebih banyak daripada reaktan.

Jawaban: B



2. Pembahasan Cerdik:

Trik Praktis!

Pergeseran Reaksi Kimia

Bah-Rang ke PaSar VoCil Mocil Naik Endong

- Bah-Rang
Jika konsentrasi zat kiri ditambah akan berkurang (geser ke kanan)
- PaSar Vocil Mocil
Jika Tekanan di perbesar dan Volume di perkecil akan bergeser ke arah mol kecil
- Naik Endong
Jika suhu dinaikkan akan bergeser ke arah endoterm

Analisis Opsi Jawaban:

- Tidak benar, jika NaOH ditambahkan, reaksi akan bergeser ke kanan.
- Tidak benar, jika NaOCl ditambahkan, kesetimbangan akan bergeser ke kiri meningkatkan Cl_2 dan OH^- .
- Tidak benar, jika volume diperbesar akan bergeser ke mol besar (kiri). Mol yang dibaca adalah koefisien gas saja.
- Tidak benar, volume berpengaruh jika ada perbedaan mol.
- Benar, Tekanan diturunkan akan bergeser ke mol besar (kiri). Mol yang dibaca adalah koefisien gas saja.

Jawaban: E

3. Pembahasan Cerdik:

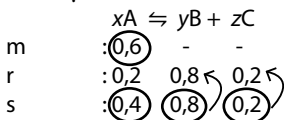
Ingat-ingat!

Reaksi disebut setimbang jika tidak terjadi perubahan konsentrasi produk dan reaktan.



Dari grafik dapat disimpulkan: [A] berkurang, sedangkan [B] dan [C] bertambah. Maka, A sebagai reaktan, sedangkan B dan C sebagai produk.

Maka persamaan reaksi kesetimbangannya:



Keterangan:

Nilai di dalam lingkaran \bigcirc = diambil dari kurva
Gunakan nilai pada baris reaksi (r) untuk menentukan koefisien.

$$x : y : z = 0,2 : 0,8 : 0,2 = 1 : 4 : 1$$

Maka, persamaan reaksinya adalah $A \rightleftharpoons 4B + C$.

Jawaban: D

4. Pembahasan Cerdik:

Dari grafik diketahui:

- $[N_2]$ berkurang 0,2 M (pereaksi)
- $[H_2]$ berkurang 0,6 M (pereaksi)
- $[NH_3]$ bertambah 0,4 M (produk)

Reaksi kimia yang sesuai: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

Trik Praktis!

Jika salah satu zat ditambah, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dengan zat tersebut.

Jika ditambahkan N_2 , maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan yang mengakibatkan harga K tetap, NH_3 akan bertambah, H_2 akan berkurang.

Jawaban: C



5. Pembahasan Cerdik:

	$2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$	\rightleftharpoons	$4\text{NO}_2(\text{g})$	$+$	$\text{O}_2(\text{g})$
Mula-mula	0,25 mol		-		-
Bereaksi	0,05 mol		0,1 mol		0,025 mol
Setimbang	0,20 mol		0,1 mol		0,025 mol

$$K_p = \frac{(\text{NO}_2)^4 (\text{O}_2)}{(\text{N}_2\text{O}_5)^2} = \frac{(0,1)^4 (0,025)}{(0,20)^2} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

Jawaban: C

6. Pembahasan Cerdik:

- (1) $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow$ (geser ke reaktan)
- (2) $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow$ (tidak ada pergeseran)
- (3) $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow$ (geser ke reaktan)
- (4) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow$ (geser ke produk)

Ingat-ingat!

Vocil (Psar) – Mocil

(Volume diperkecil/ tekanan diperbesar akan geser ke jumlah mol gas kecil)

Bah – Wan

(Konsentrasi ditambah akan geser ke lawan yang ditambah konsentrasinya)

Nas – Endo

(Dipanaskan suhunya akan geser ke reaksi endoterm)

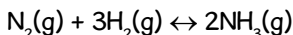
Jawaban: D

7. Pembahasan Cerdik:

Pembuatan amonia (bahan dasar pupuk) diproduksi secara besar-besaran melalui proses Haber-Bosch



menurut persamaan kesetimbangan:



Hubungan pengaruh suhu terhadap nilai konstanta kesetimbangan pada proses tersebut, diberikan pada tabel berikut.

Suhu (°)	Kp (atm ⁻²)
500	0,4
400	0,7

Berdasarkan data, menunjukkan bahwa kenaikan suhu menurunkan nilai harga K. Hal ini menunjukkan, reaksi berjalan eksoterm. Apabila suhu diturunkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan sehingga terjadi peningkatan produksi amonia.

Jawaban: D

8. Pembahasan Cerdik:

$$\text{mol SO}_2\text{Cl}_2 = \frac{13,5}{135} = 0,1 \text{ mol}$$



m: 0,1

b: 0,05 0,05 0,05

s: 0,05 0,05 0,05

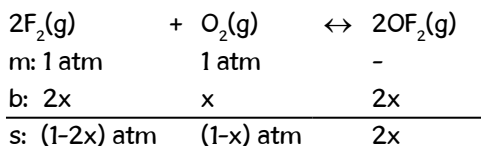
$$K_c = \frac{[\text{SO}_2][\text{Cl}_2]}{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]}$$

$$= \frac{\left[\frac{0,05}{2} \right] \left[\frac{0,05}{2} \right]}{\left[\frac{0,05}{2} \right]} = 2,5 \times 10^{-2}$$

Jawaban: B



9. Pembahasan Cerdik:



$$P_{total} = P_{F_2} + P_{O_2} + P_{OF_2}$$

$$1,75 = (1-2x) + (1-x) + 2x$$

$$x = 0,25 \text{ atm.}$$

$$K_p = \frac{[OF_2]^2}{[F_2]^2 [O_2]}$$

$$= \frac{[2(0,25)]^2}{[1-2(0,25)]^2 [1-0,25]} = 1,333.$$

Jawaban: E

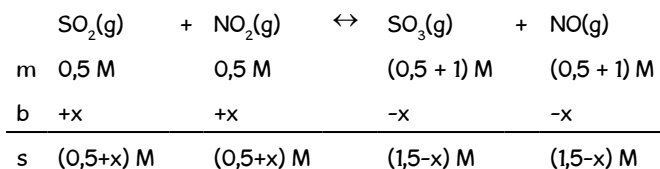
10. Pembahasan Cerdik:

$$K_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]}$$

$$= \frac{[0,5][0,5]}{[0,5][0,5]}$$

$$= 1.$$

Apabila ditambahkan dengan $[SO_3] = [NO] = \frac{5 \text{ mol}}{5L} = 1 \text{ M}$



$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]}, \text{ maka}$$

$$1 = \frac{[1,5 - x][1,5 - x]}{[0,5 + x][0,5 + x]} \text{ sehingga}$$

$$(0,5 + x)(0,5 + x) = (1,5 - x)(1,5 - x)$$

$$0,25 + 0,5x + 0,5x + x^2 = 2,25 - 1,5x - 1,5x + x^2$$

$$0,25 + x + x^2 = 2,25 - 3x + x^2$$

$$4x = 2$$

$$x = 0,5 \text{ M}$$

Jadi $[\text{NO}]$ saat kesetimbangan baru adalah $1,5 - x = 1,0 \text{ M}$.

Jawaban: D

11. Pembahasan Cerdik:

Nilai K_c dan K_p pada proses produksi amonia semakin kecil seiring kenaikan temperatur berdasarkan data sehingga dapat disimpulkan reaksi produksi amonia bersifat eksoterm.

Jawaban: B

12. Pembahasan Cerdik:

$$[\text{H}_2] = \frac{\left(\frac{20}{2}\right)}{1\text{L}} = 10 \text{ M} \text{ dan } [\text{N}_2] = \frac{\left(\frac{28}{28}\right)}{1\text{L}} = 1 \text{ M}.$$

Pada $T = 300^\circ\text{C}$, $K_c = 1 \times 10^{-5}$.

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]}, \text{ maka}$$



$$1 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[10]^3 [1]}, \text{ sehingga}$$

$$[\text{NH}_3] = 0,1 \text{ M.}$$

$$[\text{OH}] = \sqrt{K_b \times M}$$

$$= \sqrt{10^{-5} \times 0,1} = 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 3 \text{ maka}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11$$

Jawaban: D

13. Pembahasan Cerdik:

Pada $T = 25^\circ\text{C}$, $K_c = 9 \times 10^5$.

$$K_p = \frac{[\text{PNH}_3]^2}{[\text{PH}_2]^3 [\text{PN}_2]}, \text{ maka}$$

$$9 \times 10^5 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[1]^3 [10]}, \text{ sehingga}$$

$$[\text{PNH}_3] = 3000 \text{ atm.}$$

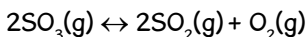
$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \text{PNH}_3 + \text{PN}_2 + \text{PH}_2 \\ &= 3000 + 10 + 1 = 3011 \text{ atm.} \end{aligned}$$

Jawaban: C



14. Pembahasan Cerdik:

$$\begin{aligned}\text{Mol SO}_3 \text{ bereaksi} &= \alpha \times \text{mol mula-mula} \\ &= 2/3 \times 3 \text{ mol} \\ &= 2 \text{ mol}\end{aligned}$$



m:	3 mol	-	-
b:	2 mol	2 mol	1 mol
s:	1 mol	2 mol	1 mol

$$\begin{aligned}P_{\text{O}_2} &= \frac{\text{mol O}_2}{\text{mol total gas}} \times P_{\text{total}} \\ &= \frac{1}{4} \times 1 \text{ atm} \\ &= 0,25 \text{ atm}\end{aligned}$$

Jawaban: B

15. Pembahasan Cerdik:

Tekanan total = 66 atm, tekanan P_4 = 63 atm, tekanan

$$P_2 = 66 - 63 = 3 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(PP_2)^2}{(PP_4)} = \frac{(3)^2}{63} = \frac{9}{63} = \frac{1}{7} = 0,1428 = 0,15$$

Jawaban: C



1. Group Belajar UTBK GRATIS)

Via Telegram, Quis Setiap Hari, Drilling Soal Ribuan, Full Pembahasan Gratis. Link Group: t.me/theking_utbk

2. Instagram Soal dan Info Tryout UTBK

[@theking.education](https://www.instagram.com/theking.education)

[@video.trik_tpa_tps](https://www.instagram.com/video.trik_tpa_tps)

[@pakarjurusan.ptn](https://www.instagram.com/pakarjurusan.ptn)

3. DOWNLOAD BANK SOAL

www.edupower.id

www.theking-education.id

4. TOKO ONLINE ORIGINAL

SHOPEE, nama toko: [forumedukasiofficial](https://www.shopee.co.id/forumedukasiofficial)

5. Katalog Buku

www.bukuedukasi.com

WA Layanan Pembaca:
0878-397-50005



@theking.education