

NAMA :

KELAS :

E-Lembar Kerja Peserta Didik

PERTEMUAN 3 DAN 4

**PROBLEM BASED-LEARNING
TERINTEGRASI MULTIREPRESENTASI**

KESETIMBANGAN KIMIA

KELAS XI FASE F



Aktivitas Peserta Didik 3

- Peserta didik (A) dapat menyajikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c) dan penerapannya dalam perhitungan (B) melalui contoh peristiwa yang melibatkan reaksi kimia (C) dengan benar dan tepat (D).
- Peserta didik (A) dapat menyajikan nilai tetapan kesetimbangan tekanan parsial (K_p) dan penerapannya dalam perhitungan (B) melalui contoh peristiwa yang melibatkan reaksi kimia (C) dengan benar dan tepat (D). (Bernalar kritis, mandiri, pemahaman konseptual).
- Peserta didik (A) mampu menentukan hubungan K_c dan K_p (B) melalui penurunan rumus yang telah disajikan dan diskusi kelompok (C) dengan benar dan akurat (D).

PROBLEM BASED-LEARNING TERINTEGRASI MULTIREPRESENTASI KESETIMBANGAN KIMIA





KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

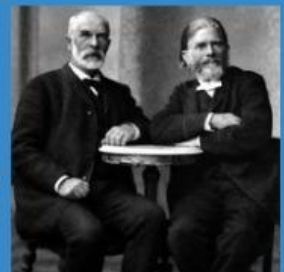


CATATAN PENTING!

Tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c)



Guldberg dan Waage (1864) menyimpulkan bahwa hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi pada sistem kesetimbangan, di mana masing-masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah tetap.



Apa yang disampaikan oleh Guldberg and Waage dapat dituliskan sebagai berikut.

Jika ada persamaan reaksi: $pA_{(g)} + qB_{(g)} \rightleftharpoons rC_{(g)} + sD_{(g)}$ Maka rumus K_c : $K_c = \frac{[C]^r [D]^s}{[A]^p [B]^q}$

Keterangan:

K_c : Konstanta/Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi

p, q, r, s : Koefisien Reaksi

$[A]$: Konsentrasi zat A

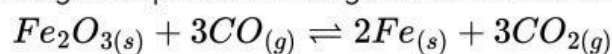
$[B]$: Konsentrasi zat B

$[C]$: Konsentrasi zat C

$[D]$: Konsentrasi zat D

Contoh Reaksi Kesetimbangan

Bagaimana dengan tetapan kesetimbangan konsentrasi dari reaksi berikut?



Jawaban:

Tetapan kesetimbangan konsentrasinya **bukanlah**: $K_c = \frac{[Fe]^2 [CO_2]^3}{[Fe_2O_3] [CO]^3}$ Melainkan: $K_c = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3}$

Hal ini dikarenakan, dalam sistem kesetimbangan, zat-zat penyusun kesetimbangan dapat berada dalam fase padat (s), gas (g), cair (l), atau larutan (aq). Namun, **fase yang diikuti** dalam perhitungan tetapan kesetimbangan konsentrasi hanya lah gas (g) dan larutan (aq), sementara fase padat (s) dan cair (l) **tidak diikuti** karena nilai konsentrasinya relatif konstan pada saat keseimbangan telah tercapai.

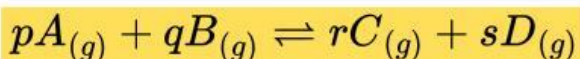
Tetapan kesetimbangan tekanan parsial (K_p)



Tetapan kesetimbangan tekanan parsial (K_p) ini tidak lain adalah hasil kali tekanan parsial gas-gas pada sisi produk dipangkatkan dengan koefisiennya dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pada sisi reaktan dipangkatkan dengan koefisiennya, seperti ditunjukkan pada persamaan kesetimbangan berikut ini.

Jika ada persamaan reaksi:

Keterangan:



K_p : Konstanta/Tetapan kesetimbangan tekanan parsial

p, q, r, s : Koefisien Reaksi, P_A : Konsentrasi zat A

Maka rumus K_p :

$$K_p = \frac{(P_C)^r (P_D)^s}{(P_A)^p (P_B)^q}$$

Rumus tekanan parsial

$$(P) = \frac{\text{mol}_{\text{zat}}}{\text{mol}_{\text{total}}} \times \text{tekanan}_{\text{total}}$$

P_B : Konsentrasi zat B

P_C : Konsentrasi zat C

P_D : Konsentrasi zat D



KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



CATATAN PENTING!

AYO BERDISKUSI! Berdiskusilah dengan teman kelompokmu, untuk memahami catatan dibawah ini!

Hubungan Kc dan Kp



$$PV = nRT$$

$$\frac{n}{V} = [C] = \text{Konsentrasi}_{\text{molar}}$$

$$P = \frac{n}{V} RT$$

Misalkan ada suatu reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



$$PA = [A]R.T$$

$$PB = [B]R.T$$

$$PC = [C]R.T$$

$$PD = [D]R.T$$

$$Kp = \frac{([C]R.T)^c ([D]R.T)^d}{([A]R.T)^a ([B]R.T)^b} \rightarrow Kc$$
$$Kp = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \frac{(R.T)^{c+d}}{(R.T)^{a+b}}$$

Sehingga fungsi yang dapat menyatakan hubungan Kc dan Kp dalam bentuk persamaan adalah sebagai berikut!

$$Kp = Kc(R.T)^{\Delta n}$$

Keterangan:

Kc : Tetapan kesetimbangan konsentrasi

Kp : Tetapan kesetimbangan tekanan parsial

R : 0,082 Latm/K.mol

T : Suhu mutlak (K)

Δn : Selisih jumlah koefisien produk dengan reaktan dalam wujud gas

Penting

$Kp = Kc$, Jika $\Delta n = 0$ atau ketika koefisien kiri sama dengan koefisien kanan.

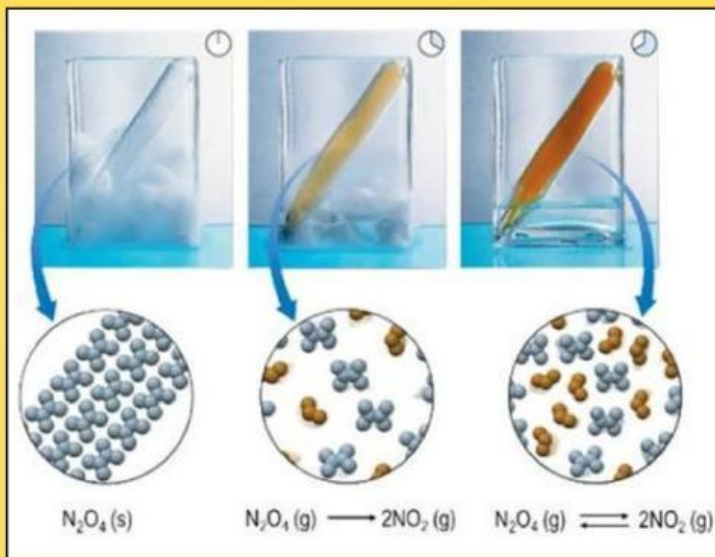


KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



ORIENTASI PESERTA DIDIK TERHADAP MASALAH



Perhatikan gambar di samping. Sebuah zat gas ditempatkan di dalam wadah tertutup. Pada awalnya, zat tersebut tampak **tidak berwarna**, namun setelah beberapa waktu, warna gas di dalam wadah **berubah menjadi kecokelatan**. Ketika kondisi dibiarkan tetap, warna gas tidak terus bertambah pekat, melainkan **berhenti pada tingkat warna tertentu**.

Perubahan warna ini menunjukkan bahwa di dalam wadah terjadi **reaksi kimia dua arah** antara gas dinitrogen tetroksida (N_2O_4) yang tidak berwarna dan gas nitrogen dioksida (NO_2) yang berwarna cokelat. Secara kasat mata, **sistem terlihat diam dan stabil**, tetapi sebenarnya reaksi pemecahan dan pembentukan zat terus berlangsung secara bersamaan.

- Jika reaksi masih terus berlangsung, mengapa warna gas tidak berubah lagi?
- Bagaimana cara menyatakan keadaan setimbang tersebut secara kuantitatif?

Untuk bisa menjawab pertanyaan diatas, mari jawab soal-soal dibawah ini agar kalian bisa mengetahui jawabannya!

1. Berdasarkan gambar, perubahan yang dapat diamati secara langsung pada sistem adalah ...
 - a. Terbentuknya endapan di dasar wadah
 - b. Perubahan warna gas dari tidak berwarna menjadi cokelat
 - c. Terbentuknya gas baru dalam jumlah besar
 - d. Perubahan suhu larutan
2. Ketika warna gas tidak lagi berubah meskipun waktu terus berjalan, kondisi sistem menunjukkan bahwa ...
 - a. Reaksi telah berhenti sepenuhnya
 - b. Semua reaktan telah habis
 - c. Sistem telah mencapai keadaan setimbang
 - d. Reaksi berlangsung satu arah
3. Gas yang menyebabkan warna cokelat pada sistem tersebut adalah ...
 - a. N_2O_4
 - b. O_2
 - c. NO_2
 - d. N_2
4. Reaksi kesetimbangan kimia yang sesuai dengan peristiwa pada gambar adalah ...
 - a. $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$
 - b. $2\text{NO}_{2(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$
 - c. $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$
 - d. $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$
5. Pada keadaan setimbang dinamis, pernyataan yang benar adalah ...
 - a. Reaksi berhenti dan zat tidak bereaksi lagi
 - b. Konsentrasi reaktan lebih besar daripada produk
 - c. Produk terbentuk lebih banyak tanpa batas
 - d. Laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri

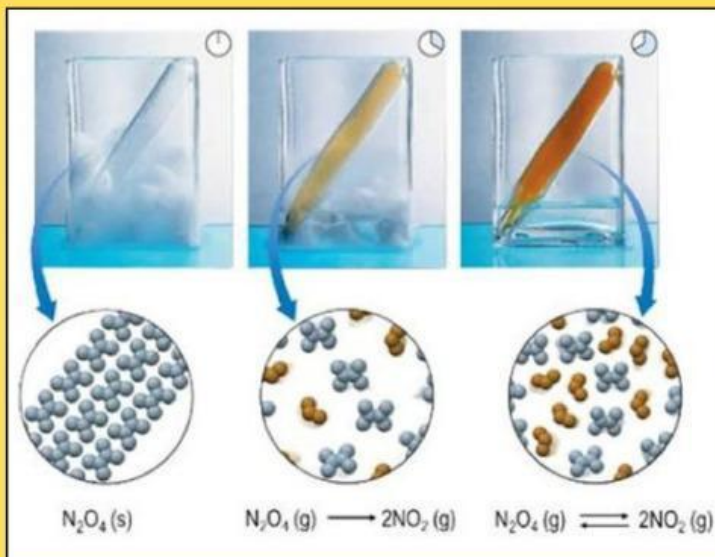


KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



ORIENTASI PESERTA DIDIK TERHADAP MASALAH



Perhatikan gambar di samping. Sebuah zat gas ditempatkan di dalam wadah tertutup. Pada awalnya, zat tersebut tampak **tidak berwarna**, namun setelah beberapa waktu, warna gas di dalam wadah **berubah menjadi kecokelatan**. Ketika kondisi dibiarkan tetap, warna gas tidak terus bertambah pekat, melainkan **berhenti pada tingkat warna tertentu**.

Perubahan warna ini menunjukkan bahwa di dalam wadah terjadi **reaksi kimia dua arah** antara gas dinitrogen tetraoksida (N_2O_4) yang tidak berwarna dan gas nitrogen dioksida (NO_2) yang berwarna cokelat. Secara kasat mata, **sistem terlihat diam dan stabil**, tetapi sebenarnya reaksi pemecahan dan pembentukan zat terus berlangsung secara bersamaan.

- Jika reaksi masih terus berlangsung, mengapa warna gas tidak berubah lagi?
- Bagaimana cara menyatakan keadaan setimbang tersebut secara kuantitatif?

Untuk bisa menjawab pertanyaan diatas, mari jawab soal-soal dibawah ini agar kalian bisa mengetahui jawabannya!

6. Besaran yang digunakan untuk menyatakan hubungan konsentrasi zat-zat pada keadaan setimbang disebut ...
 - a. Tetapan laju reaksi
 - b. Derajat disosiasi
 - c. Tetapan kesetimbangan konsentrasi
 - d. Energi aktivasi
7. Zat yang konsentrasinya diletakkan di pembilang pada rumus Kc untuk reaksi tersebut adalah ...
 - a. N_2
 - b. O_2
 - c. NO_2
 - d. N_2O_4
8. Mengapa konsentrasi NO_2 dituliskan berpangkat dua dalam rumus Kc....
 - a. Karena NO_2 berwarna cokelat
 - b. Karena koefisien NO_2 pada persamaan reaksi adalah 2
 - c. Karena NO_2 berwujud gas
 - d. Karena NO_2 terbentuk lebih cepat
9. Rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) yang tepat untuk reaksi tersebut adalah ...
 - a. $K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$
 - b. $K_c = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$
 - c. $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^2}{[\text{NO}_2]}$
 - d. $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]}$
10. Jika nilai Kc besar, maka kondisi sistem pada keadaan setimbang cenderung ...
 - a. Mengandung lebih banyak N_2O_4 sehingga warna gas pucat
 - b. Mengalami reaksi satu arah
 - c. Tidak mengandung produk
 - d. Mengandung lebih banyak NO_2 sehingga warna gas cokelat pekat



KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



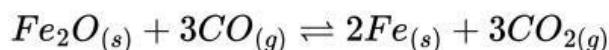
MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

AYO BERDISKUSI! Berdiskusilah dengan teman kelompokmu, untuk memahami contoh soal dibawah ini!

1.

Contoh Soal!

Diketahui reaksi kesetimbangan sebagai berikut.



Dalam ketel reaksi ukuran 5 liter, direaksikan 5 mol besi oksida dan 15 mol karbon monoksida. Ketika sistem dalam keadaan kesetimbangan diketahui terdapat 5 mol gas karbon dioksida. Hitunglah nilai tetapan kesetimbangannya!

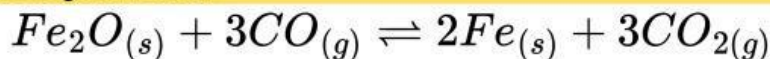
Penyelesaian:

Langkah 1: Mencaritahu dan menuliskan apa saja yang diketahui dari soal !

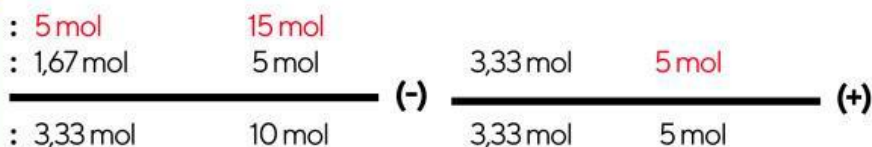
Dari soal yang diketahui adalah volume (V) = 5 liter, mol besi(III) oksida saat awal = 5 mol, mol karbon monoksida saat awal = 15 mol, serta mol karbon dioksida saat kesetimbangan = 5 mol. Secara sederhana, bisa kita tuliskan:

V = 5 l, n Fe₂O₃ = 5 mol, n CO = 15 mol, dan n CO₂ saat setimbang = 5 mol

Langkah 2: Membuat diagram reaksi!



Mula-mula
Reaksi



Setimbang

Langkah 3: Merubah konsentrasi zat dalam keadaan setimbang dari mol (n) ke Molaritas!

$$[CO] = \frac{n}{V} = \frac{10 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 2 \text{ mol/L}$$

$$[CO_2] = \frac{n}{V} = \frac{5 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 1 \text{ mol/L}$$

Langkah 4: Menghitung nilai Kc!

Kita ingat bahwa nilai Kc hanya dilihat dari zat yang fasenya gas dan larutan, sehingga persamaan Kc dari reaksi di atas adalah:

$$K_c = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3} = \frac{[1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}]^3}{[2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}]^3} = \frac{1}{8} = 0,125$$



KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

AYO BERDISKUSI! Berdiskusilah dengan teman kelompokmu, untuk memahami contoh soal dibawah ini!

2.

Contoh Soal!

Diketahui reaksi kesetimbangan sebagai berikut.



Ke dalam ketel reaksi 5 liter, dimasukkan 5 mol PCl_5 . Pada saat kesetimbangan terdapat 2 mol PCl_5 dengan tekanan total pada saat kesetimbangan adalah 3 atm. Hitunglah nilai K_p dari reaksi tersebut!

Penyelesaian:

Langkah 1: Mencaritahu dan menuliskan apa saja yang diketahui dari soal !

Dari soal diketahui bahwa tekanan total (P_{total}) = 3 atm, mol awal PCl_5 = 5 mol, dan mol PCl_5 saat kesetimbangan = 2 mol.

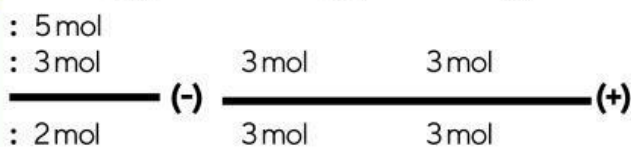
Langkah 2: Membuat diagram reaksi!



Mula-mula

Reaksi

Setimbang



Langkah 3: Menghitung tekanan parsial masing-masing zat saat kesetimbangan!

$$(P) = \frac{mol_{zat}}{mol_{total}} \times tekanan_{total}$$

$$P_{PCl_5} = \frac{2mol}{8mol} \times 3atm = 0,75atm, \quad P_{PCl_2} = \frac{3mol}{8mol} \times 3atm = 1,125atm$$

$$P_{PCl_3} = \frac{3mol}{8mol} \times 3atm = 1,125atm$$

Langkah 3: Menghitung tetapan kesetimbangan tekanan parsial.

$$K_p = \frac{P_{PCl_2} \times P_{PCl_3}}{P_{PCl_5}} = \frac{1,125atm \times 1,125atm}{0,75atm} = 1,6875mol$$



KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



MENORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

Setelah berdiskusi dengan teman-temanmu, sekarang isilah tabel-tabel dibawah ini agar kamu lebih memahami tentang Kc dan Kp serta hubungan keduanya!

No	Aspek Pembeda	Kc (Tetapan Kestimbangan Konsentrasi)	Kp (Tetapan Kestimbangan Tekanan Parsial)
11.	Pengertian		
12.	Fase-fase yang dilibatkan		
13.	Rumus Umum	$K_c = \frac{[\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}$	$K_p = \frac{[\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}$
14.	Faktor yang memengaruhi		
15.	Hubungan dengan volume		
16.	Hubungan Kc dan Kp		



KESETIMBANGAN KIMIA

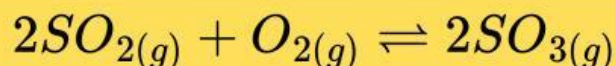
E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

Setelah berdiskusi dengan teman-temanmu, sekarang tentukan manakah tetapan kesetimbangan (K_c dan K_p) dari reaksi kesetimbangan berikut:

17.



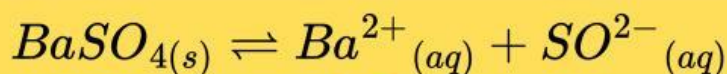
Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

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

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(SO_3)^2}{P(SO_2)^2 \times P(O_2)} \quad K_p = \frac{P(SO_3)}{P(SO_2) \times P(O_2)}$$
$$K_p = \frac{P(SO_3)^2}{P(SO_2) \times P(O_2)}$$

18.



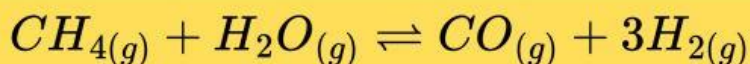
Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_c = \frac{[BaSO_4]}{[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]} \quad K_c = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$$
$$K_c = \frac{[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]}{[BaSO_4]}$$

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(BaSO_4)}{P(Ba^{2+}) \times P(SO_4^{2-})} \quad K_p = P(Ba^{2+}) \times P(SO_4^{2-})$$
$$K_p = \text{Tidak dapat ditentukan}$$

19.



Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_c = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3} \quad K_c = \frac{[CO]^3[H_2]}{[CH_4][H_2O]}$$
$$K_c = \frac{[CO][H_2]^3}{[CH_4][H_2O]}$$

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(CH_4) \times P(H_2O)}{P(CO) \times P(H_2)^3} \quad K_p = \frac{P(CO) \times P(H_2)^3}{P(CH_4) \times P(H_2O)}$$
$$K_p = \frac{P(CO)^3 \times P(H_2)}{P(CH_4) \times P(H_2O)}$$



KESETIMBANGAN KIMIA

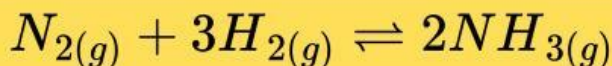
E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

Setelah berdiskusi dengan teman-temanmu, sekarang tuliskan tetapan kesetimbangan (K_c dan K_p) dari reaksi kesetimbangan berikut:

20.



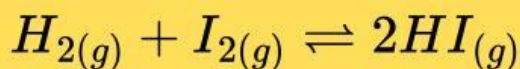
Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

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

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(N_2) \times P(H_2)^3}{P(NH_3)^2} \quad K_p = \frac{P(NH_3)^3}{P(N_2) \times P(H_2)^2}$$
$$K_p = \frac{P(NH_3)^2}{P(N_2) \times P(H_2)^3}$$

21.



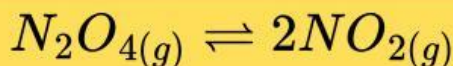
Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \quad K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$
$$K_c = \frac{[HI]}{[H_2][I_2]}$$

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(HI)^2}{P(H_2) \times P(I_2)} \quad K_p = \frac{P(H_2) \times P(I_2)}{P(HI)^2}$$
$$K_p = \frac{P(HI)}{P(H_2) \times P(I_2)}$$

22.



Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} \quad K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$
$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

Tentukan rumus K_c yang tepat untuk reaksi diatas!

$$K_p = \frac{P(N_2O_4)}{P(NO_2)^2} \quad K_p = \frac{P(NO_2)^2}{P(N_2O_4)}$$
$$K_p = \frac{P(NO_2)^2}{P(N_2O_4)^2}$$



KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK

23.

Latihan Soal!

Setelah mampu menentukan perbedaan dari K_c dan K_p , mari kerjakan soal-soal dibawah ini agar kalian lebih paham!

Dalam sebuah bejana tertutup yang mempunyai volume 1 liter ter dapat 5 mol gas NO_2 yang membentuk kesetimbangan dengan reaksi:

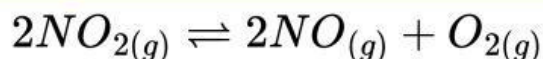


Kesetimbangan tercapai setelah terbentuk O_2 sebanyak 2 mol. Hitunglah konsentrasi masing-masing gas pada saat kesetimbangan dan nilai K_c dari reaksi tersebut!

Penyelesaian:

Langkah 1: Mencaritahu dan menuliskan apa saja yang diketahui dari soal !

Langkah 2: Membuat diagram reaksi!



Mula-mula
Reaksi

:	_____	_____	_____
:	_____	_____	_____
	_____	(-)	_____ (+)

Setimbang

:	_____	_____	_____
---	-------	-------	-------

Langkah 3: Merubah konsentrasi zat dalam keadaan setimbang dari mol (n) ke Molaritas!

$$[NO_2] = \frac{n}{V} = \dots\dots\dots \text{mol/L} \quad [O_2] = \frac{n}{V} = \dots\dots\dots \text{mol/L}$$

$$[NO] = \frac{n}{V} = \dots\dots\dots \text{mol/L}$$

Langkah 4: Menghitung nilai K_c !

Kita ingat bahwa nilai K_c hanya dilihat dari zat yang fasenya gas dan larutan, sehingga persamaan K_c dari reaksi di atas adalah:

$$K_c = \frac{[\dots\dots\dots] \dots [\dots\dots\dots] \dots}{[\dots\dots\dots] \dots} = \dots\dots\dots$$