



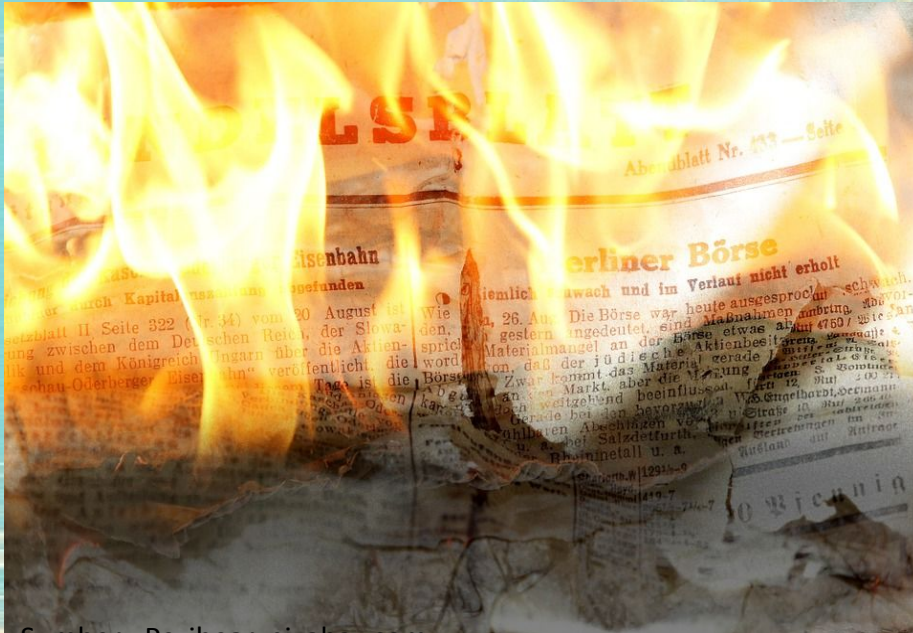
Sumber : MichaelGaida, pixabay.com

# BAB 4

## KESETIMBANGAN KIMIA



# PERHATIKAN GAMBAR BERIKUT !

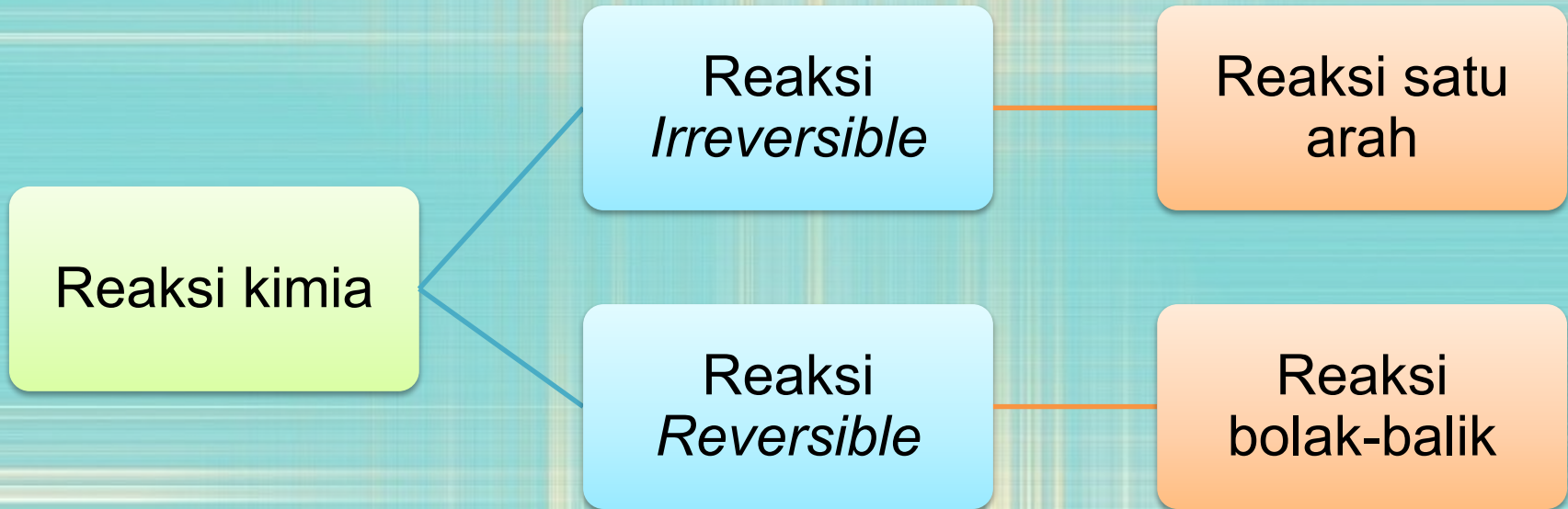


Sumber : [Pezibear, pixabay.com](https://www.pexels.com/photo/newspaper-on-fire-1234567890/)

Apakah abu hasil pembakaran kertas dapat diubah kembali menjadi kertas seperti semula?

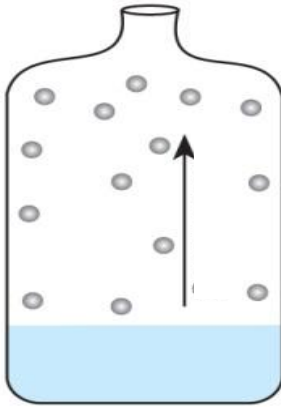


# REAKSI KIMIA TERBAGI MENJADI :

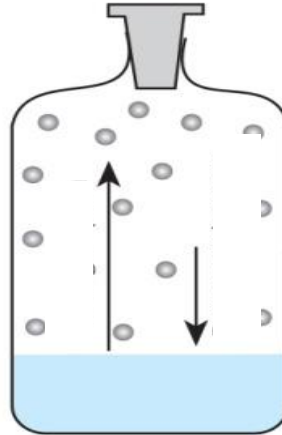




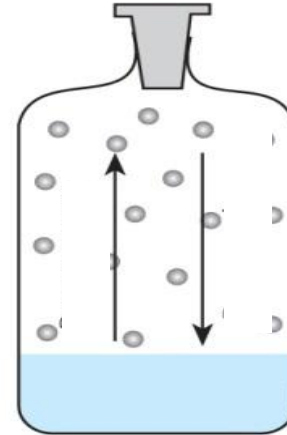
# KESETIMBANGAN DINAMIS PADA PENGUAPAN AIR



tidak terjadi  
kesetimbangan, air  
menguap dan keluar  
dari botol



belum terjadi  
kesetimbangan, laju  
penguapan lebih besar  
daripada laju pengembunan



terjadi kesetimbangan,  
laju penguapan  
sama dengan laju  
pengembunan

Sumber : Dokumen Penerbit



# SYARAT TERJADINYA REAKSI SETIMBANG

Reaksi  
bolak-balik

- Dalam keadaan setimbang, terjadi reaksi dalam dua arah

Sistem tertutup

- Suatu sistem reaksi dimana zat-zat yang bereaksi dan zat-zat hasil reaksi tidak ada yang meninggalkan sistem

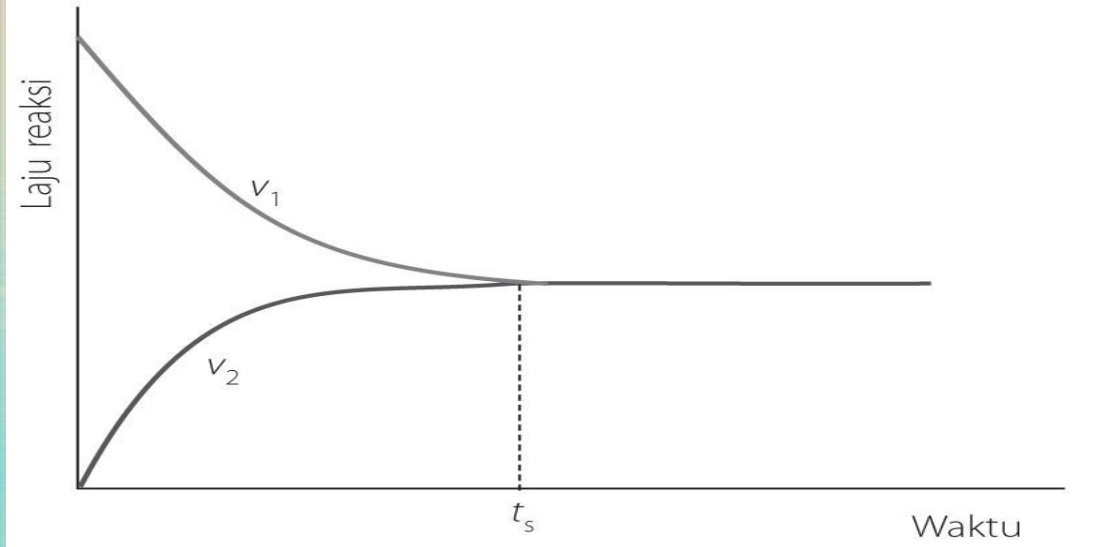
Bersifat dinamis

- Secara mikroskopis reaksi berlangsung terus menerus dalam dua arah dengan laju reaksi pembentukan sama dengan laju reaksi penguraian





## Grafik Perubahan Laju Reaksi terhadap Waktu pada Reaksi Bolak-Balik



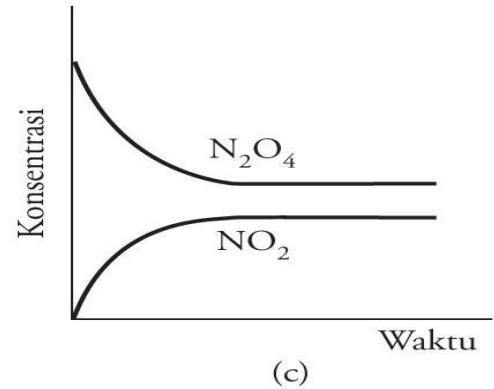
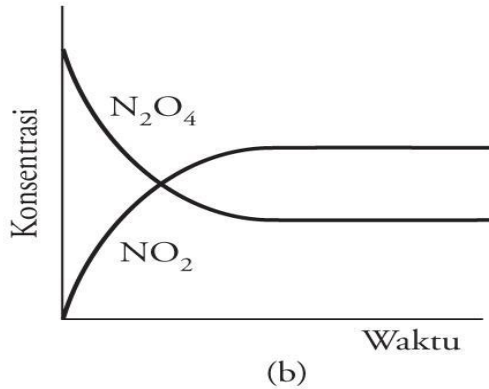
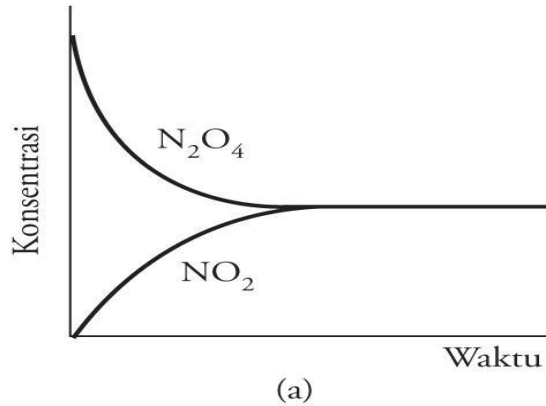
$v_1$  = laju reaksi dari kiri ke kanan

$v_2$  = laju reaksi dari kanan ke kiri

Keseimbangan tercapai pada saat  $v_1 = v_2$



Pada reaksi :  $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$



- (a) Pada saat setimbang, konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_4 =$  konsentrasi  $\text{NO}_2$
- (b) Pada saat setimbang, konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_4 <$  konsentrasi  $\text{NO}_2$
- (c) Pada saat setimbang, konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_4 >$  konsentrasi  $\text{NO}_2$



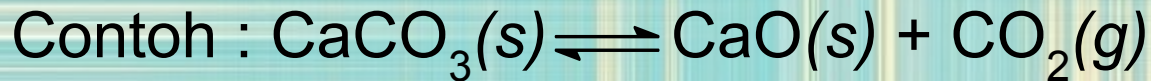
## KESETIMBANGAN HOMOGEN

Kesetimbangan yang semua komponennya satu fasa



## KESETIMBANGAN HETEROGEN

Kesetimbangan yang terdiri dari dua fase/ lebih





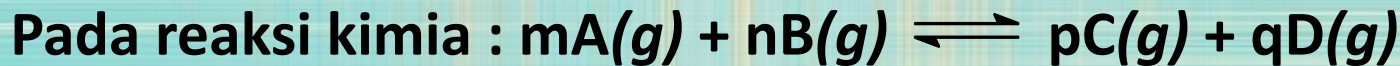
# HUKUM KESETIMBANGAN

“Dalam keadaan setimbang, hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dipangkatkan koefisien reaksinya dibagi dengan hasil kali konsentrasi zat-zat pereaksi dipangkatkan koefisiennya akan mempunyai nilai yang tetap.”





## TETAPAN KESETIMBANGAN ( $K_C$ )



Persamaan tetapan kesetimbangan :

$$K_C = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

Satuan :

$$K_C = M^{(p+q) - (m+n)}$$





# MAKNA TETAPAN KESETIMBANGAN

Menentukan apakah suatu reaksi bolak-balik berada dalam keadaan setimbang

Menentukan komposisi zat-zat dalam keadaan setimbang

Memprediksi Arah Reaksi





# MEMPREDIKSI ARAH REAKSI

Dengan membandingkan nilai  $Q_c$  (koefisien reaksi) dengan  $K_c$

Nilai $Q_c$	Arah Reaksi
$Q_c < K_c$	Reaksi bersih berlangsung kekanan sampai $Q_c = K_c$
$Q_c > K_c$	Reaksi bersih berlangsung kekiri sampai $Q_c = K_c$
$Q_c = K_c$	Campuran setimbang





# TETAPAN KESETIMBANGAN TEKANAN ( $K_p$ )

Pada reaksi kimia :  $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD(g)$

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

Dimana :  $P$  = tekanan parsial gas

$$P_x = \frac{\text{mol gas } x}{\text{mol total gas}} \times P_{\text{total}}$$





# HUBUNGAN $K_C$ DAN $K_P$

Tekanan parsial gas bergantung pada konsentrasi :

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad P = \frac{n}{V} \times RT$$

$\frac{n}{V}$  disubstitusikan ke persamaan  $K_p$  sehingga :

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

Dimana :

$\Delta n$  = selisih jumlah koefisien produk dikurangi dengan jumlah koefisien reaktan





## HUBUNGAN TETAPAN KESETIMBANGAN ANTARA REAKSI-REAKSI YANG BERKAITAN

No	Tindakan	Nilai K'
1	Reaksi kesetimbangan dibalik	
2	Koefisien reaksi kesetimbangan dibagi dengan faktor n	
3	Koefisien reaksi kesetimbangan dikalikan dengan faktor n	
4	Reaksi-reaksi kesetimbangan dijumlahkan	





## TETAPAN KESETIMBANGAN UNTUK KESETIMBANGAN HETEROGEN

Tetapan kesetimbangan hanya bergantung pada komponen yang konsentrasi atau tekanannya berubah selama reaksi berlangsung

Zat padat murni (s)  
dan zat cair murni (l)  
memiliki konsentrasi  
tetap

Tidak disertakan  
dalam persamaan  
tetapan  
kesetimbangan





Kesetimbangan  
disosiasi

Reaksi peruraian  
suatu senyawa  
menjadi zat-zat  
lain yang lebih  
sederhana

Derajat disosiasi ( $\alpha$ ) dinyatakan dengan :

$$\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{\text{jumlah mol zat mula} - \text{mula}}$$





# PERGESERAN KESETIMBANGAN

Asas Le Chatelier :

*“Jika dalam suatu sistem kesetimbangan diberikan tindakan (aksi), maka sistem akan berubah sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu sekecil mungkin.”*

Reaksi = - aksi





# Let's look this video





# PENERAPAN ASAS LE CHATELIER

Konsentrasi

Tekanan dan  
volume

Suhu

Komponen padat  
dan cair

Katalis





# PENGARUH KONSENTRASI TERHADAP KESETIMBANGAN KIMIA

Jika konsentrasi diperbesar, kesetimbangan bergeser dari arah zat yang konsentrasinya diperbesar

Jika konsentrasi diperkecil, kesetimbangan ke arah bergeser dari arah zat yang konsentrasinya diperkecil





# PENGARUH TEKANAN DAN VOLUME TERHADAP KESETIMBANGAN KIMIA

Tekanan berbanding terbalik dengan volume

Jika tekanan diperbesar (volume diperkecil), kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang kecil

Jika tekanan diperkecil (volume diperbesar), kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien besar





# PENGARUH SUHU TERHADAP KESETIMBANGAN KIMIA

Jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm (reaksi yang membutuhkan kalor)

Jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm (reaksi yang melepaskan kalor)





# PENGARUH KOMPONEN PADAT DAN CAIR

Penambahan/ pengurangan komponen yang berupa padatan atau cairan murni tidak memengaruhi kesetimbangan

Komponen padat (s) dan cair (l) tidak mengubah konsentrasi karena jarak antarpartikel dalam padatan dan cairan tetap





# PENGARUH KATALIS TERHADAP KESETIMBANGAN KIMIA

Katalis  
mempercepat  
tercapainya  
keadaan  
setimbang

Katalis tidak  
mengubah  
komposisi  
kesetimbangan

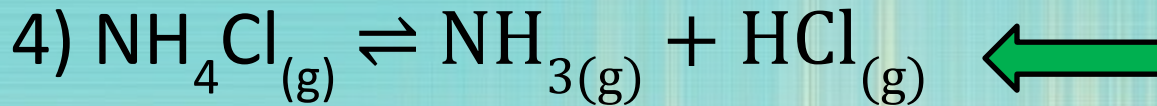
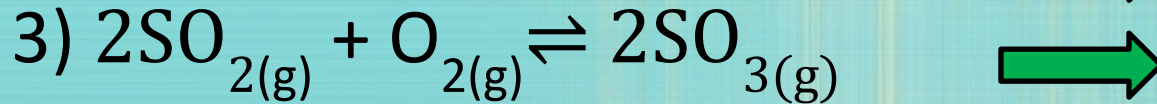
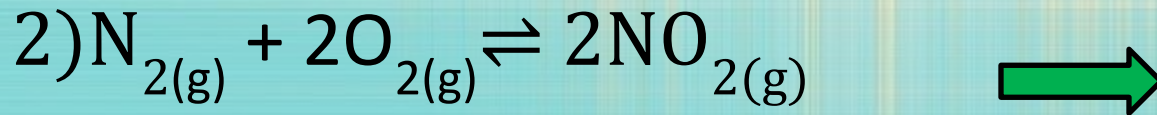
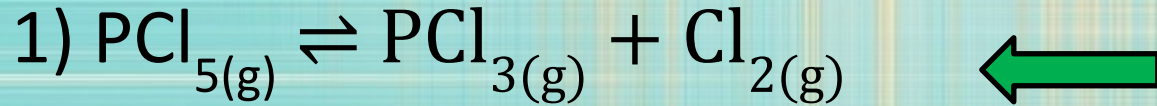
Katalis tidak  
mempengaruhi  
pergeseran  
kesetimbangan





# Latihan soal

1. Perhatikan reaksi kesetimbangan di bawah ini :



Tentukan arah kesetimbangan jika konsentrasi diperbesar!





# KESETIMBANGAN DALAM INDUSTRI

## Prinsip Industri

“Mendapatkan hasil semaksimal mungkin dengan biaya seminimal mungkin”

Proses Haber-Bosch

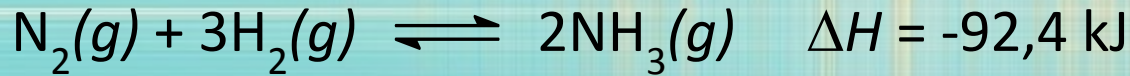
Proses Kontak





# PEMBUATAN AMONIA MENURUT PROSES HABER-BOSCH

Reaksi sintesis amonia



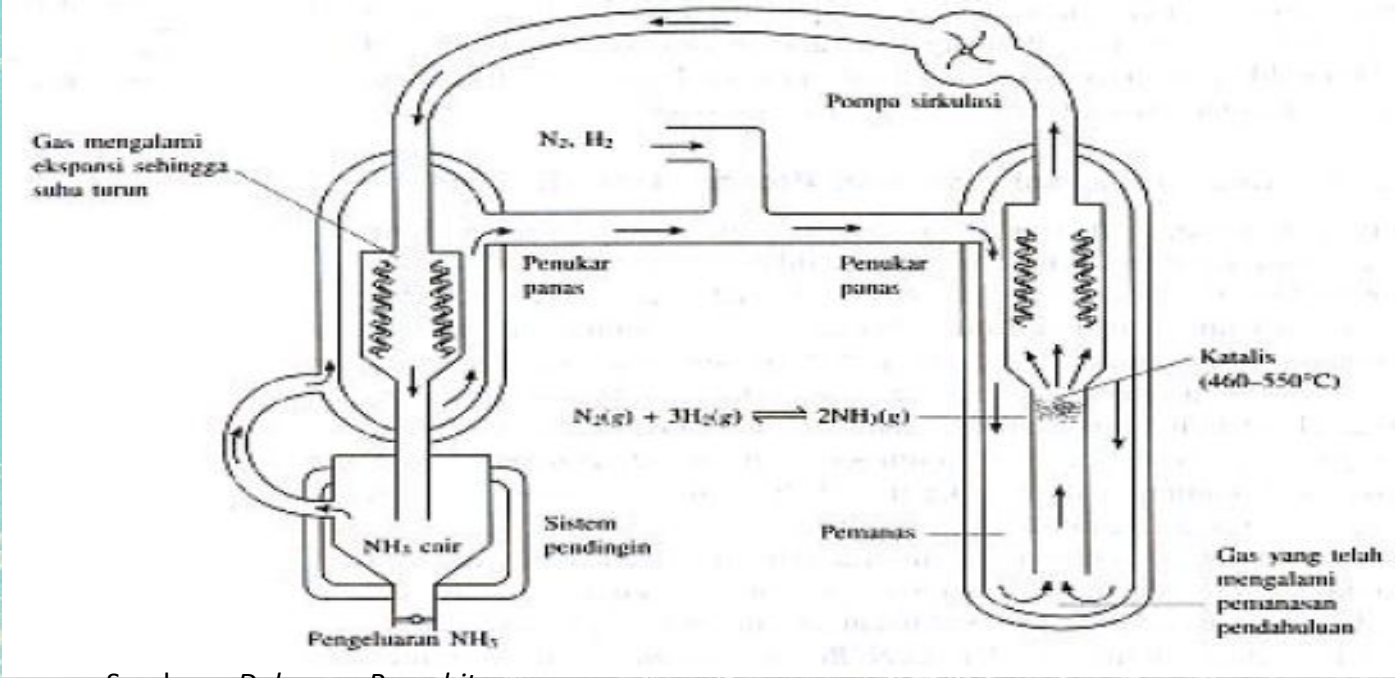
Kondisi untuk mendapat hasil optimal

- Suhu 400°C - 600°C
- Tekanan ± 140 – 340 atm
- Katalis serbuk besi dicampur dengan Fe, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan K<sub>2</sub>O
- Amonia yang terbentuk segera dipisahkan





## SKEMA PEMBUATAN AMONIA MENURUT PROSES HABER-BOSCH

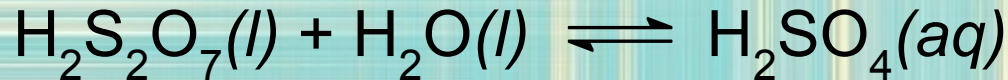
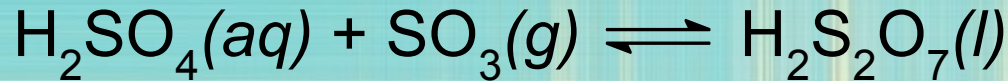
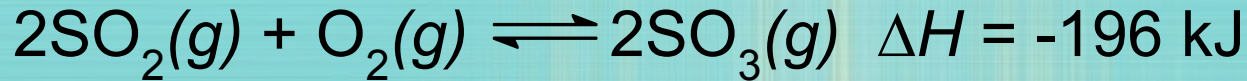
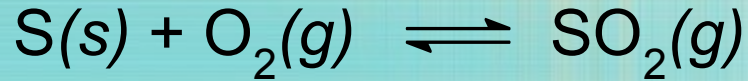


Sumber : *Dokumen Penerbit*



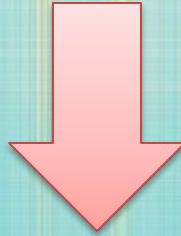
# PEMBUATAN ASAM SULFAT MENURUT PROSES KONTAK

Tahapan pembentukan asam sulfat :





## TAHAPAN PENTING : REAKSI NOMOR 2



Kondisi untuk mendapat hasil optimal

- Suhu 400°C – 450°C
- Tekanan 1 atm
- Katalis  $V_2O_5$

