

Teori Asam Basa

Bagian 1

Prof. Ir. Muhammad Ali Zulfikar, Ph.D.

Institut Teknologi Bandung
2023

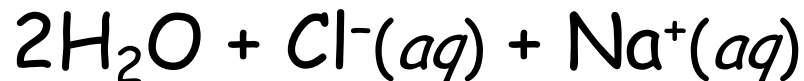
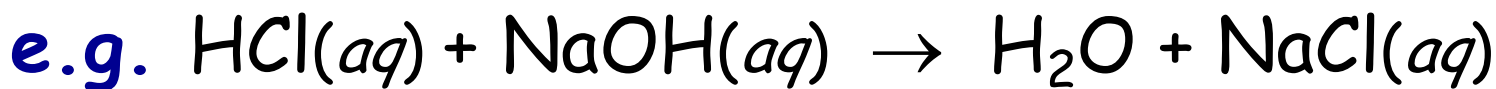
Asam Basa Arrhenius

Asam menghasilkan H_3O^+ dalam air

Basa menghasilkan OH^- dalam air

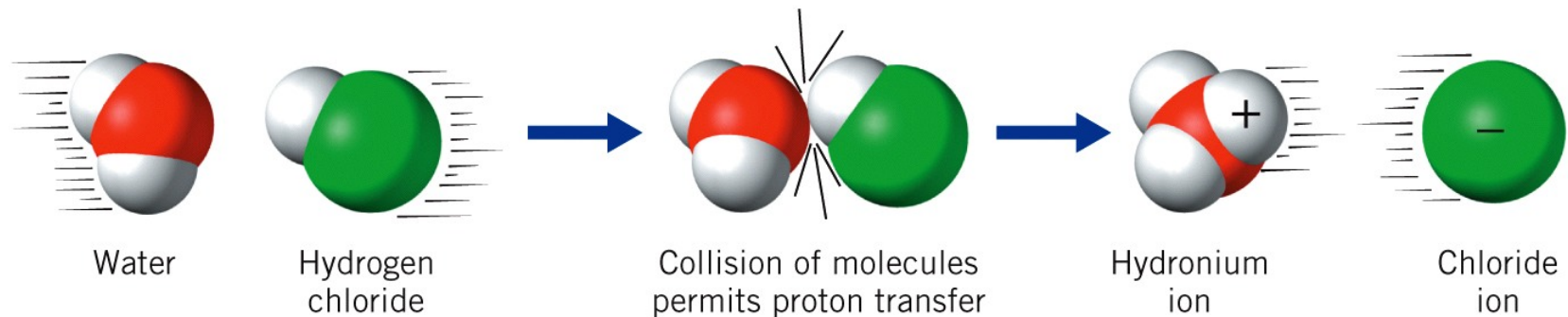
Netralisasi asam-basa

- Asam dan basa bergabung untuk menghasilkan air dan garam.



Asam Basa Brønsted Lowry

- Asam = donor proton
- Basa = penerima proton
- Memungkinkan untuk reaksi asam-basa fase gas



- $\text{HCl} = \text{asam} \Rightarrow$ mendonorkan H^+
- $\text{Air} = \text{basa} \Rightarrow$ menerima H^+

Asam Basa Brønsted Lowry

Pasangan asam-basa konjugasi

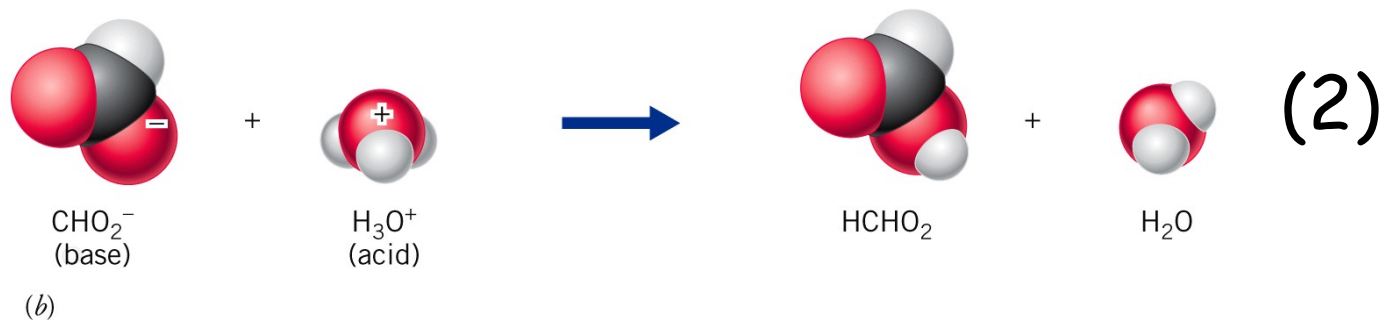
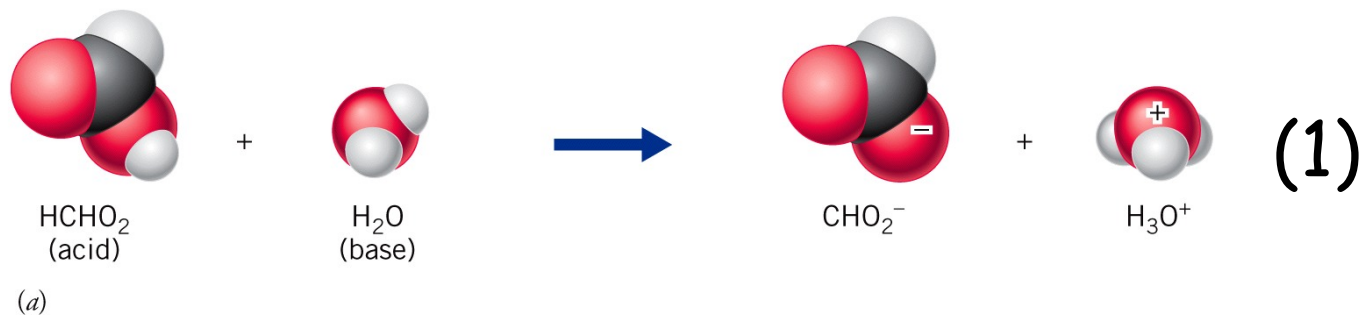
Spesi yang mempunyai perbedaan jumlah H^+



- HCl = **asam**
- Air = **basa**
- H_3O^+
 - Asam konjugasi dari H_2O
- Cl^-
 - Basa konjugasi dari HCl

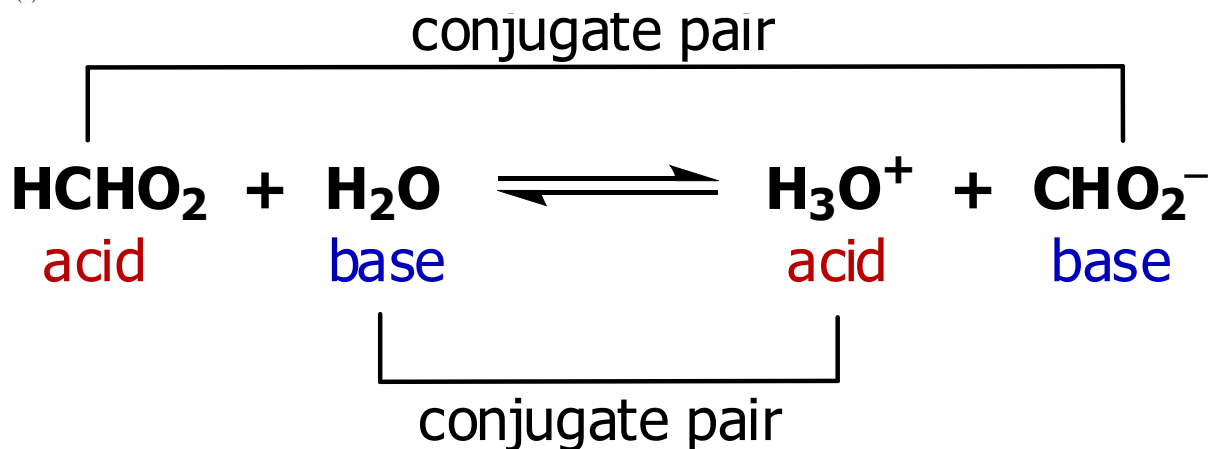
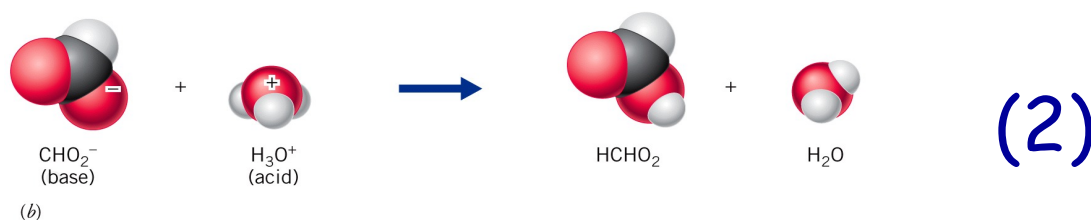
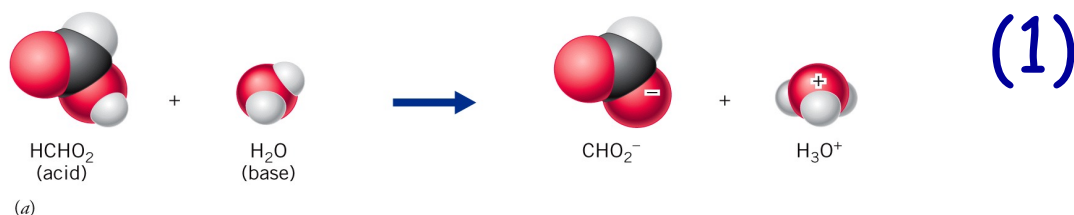
Asam Basa Brønsted Lowry

- Asam format (HCHO_2) \Rightarrow asam lemah
- Harus mempertimbangkan keseimbangan
 - $\text{HCHO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CHO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- Fokus pada reaksi ke kanan (1):



Asam Basa Brønsted Lowry

- Sekarang fokus ke reaksi ke kiri (2):
- Ion hydronium mentransfer H^+ ke CHO_2^-



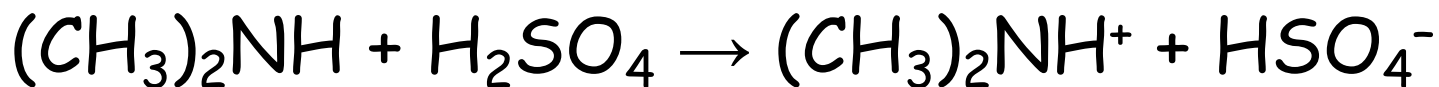
Latihan

Tentukan pasangan konjugasi untuk masing2 spesi

| Basa konyugasi | Asam konyugasi |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Cl^- | HCl |
| NH_3 | NH_4^+ |
| $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ | $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ |
| CN^- | HCN |
| F^- | HF |

Latihan

Pada reaksi berikut, tentukan pasangan konyugasi asam/basa!



- A. $(\text{CH}_3)_2\text{NH} / \text{H}_2\text{SO}_4$ $(\text{CH}_3)_2\text{NH}^+ / \text{HSO}_4^-$
- B. $(\text{CH}_3)_2\text{NH} / (\text{CH}_3)_2\text{NH}^+$ $\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{HSO}_4^-$
- C. $\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{HSO}_4^-$ $(\text{CH}_3)_2\text{NH}^+ / (\text{CH}_3)_2\text{NH}$
- D. $\text{H}_2\text{SO}_4 / (\text{CH}_3)_2\text{NH}$ $(\text{CH}_3)_2\text{NH}^+ / \text{HSO}_4^-$

Latihan

Apa asam konjugasi dari HSO_4^- ?

- A. SO_4^{2-}
- B. H_2SO_4
- C. SO_4^-
- D. Tidak ada

Latihan

Apa basa konjugasi dari NH_3 ?

- A. NH_3OH
- B. NH_2^-
- C. NH_4^+
- D. Tidak ada

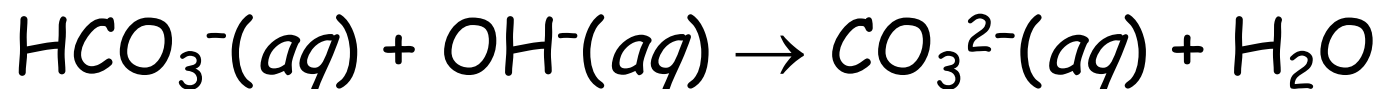
Senyawa Amfoter

Bisa berperan sebagai **asam** atau **basa**

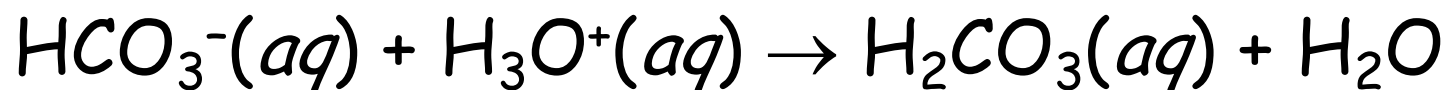
- Dapat berupa molekul atau ion

e.g. ion hidrogen karbonat:

- **Asam**



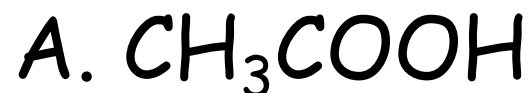
- **Basa**



[Amphiprotic senyawa yang bisa mendonorkan atau menerima proton.]

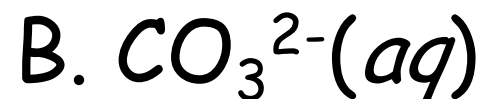
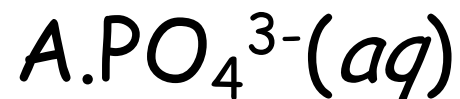
Latihan

Manakah dari berikut ini yang dapat bertindak sebagai zat amfoter?



Latihan

Manakah dari berikut ini yang dapat bertindak sebagai zat amfoter?



Kekuatan Asam dan Basa

Kekuatan Asam

- Ukuran kemampuannya untuk mentransfer H^+
- **Asam kuat**
 - Terionisasi dan bereaksi sempurna dalam air *e.g.* HCl dan HNO_3
- **Asam lemah**
 - Tidak terionisasi sempurna dalam air *e.g.* CH_3COOH dan $CHOOH$

Kekuatan Asam dan Basa

Kekuatan basa:

- Basa kuat
 - Bereaksi sempurna dengan air *e.g.* ion Oksida (O^{2-}) dan OH^-
- Basa lemah
 - Bereaksi tidak sempurna dengan air *e.g.* NH_3 dan NRH_2 (NH_2CH_3 , methylamine)

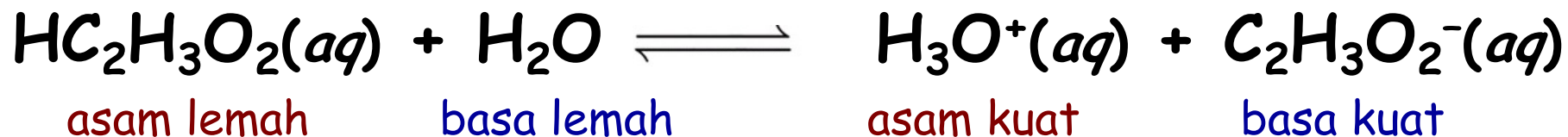
Reaksi Asam dan Basa Kuat

Dalam air

- **Asam kuat** = ion hidronium ion, H_3O^+
 - Jika donor H^+ yang lebih kuat ditambahkan ke H_2O
 - Bereaksi dengan H_2O menghasilkan H_3O^+
- **Basa kuat** = ion hidroksida (OH^-)
 - Penerima H^+ yang lebih kuat
 - Bereaksi dengan H_2O menghasilkan OH^-

Posisi Kesetimbangan Asam Basa

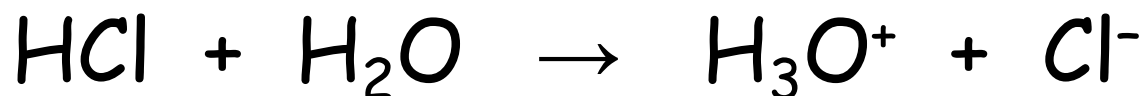
- Asam asetat ($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) merupakan asam lemah
 - Hanya sedikit terionisasi dalam air



- Ion Hidronium
 - Donor H^+ yang lebih baik daripada asam asetat \Rightarrow **asam kuat**
- Ion Asetat
 - Penerima H^+ lebih baik daripada air \Rightarrow **basa kuat**
- Posisi kesetimbangan bergerak ke arah asam dan basa lebih lemah (ke kiri)

Latihan

Dalam reaksi:

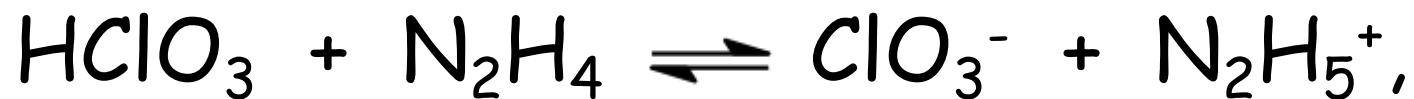


spesi mana yang merupakan basa terlemah?

- A. HCl
- B. H₂O
- C. H₃O⁺
- D. Cl⁻

Latihan

Dalam reaksi,



mana dua spesi yang bersifat asam?

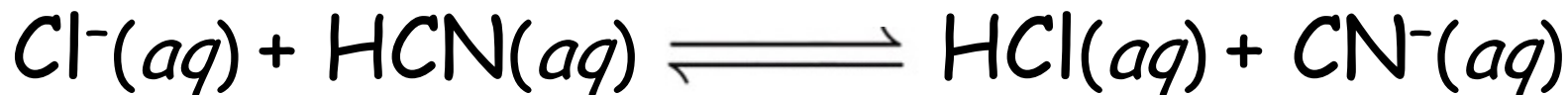
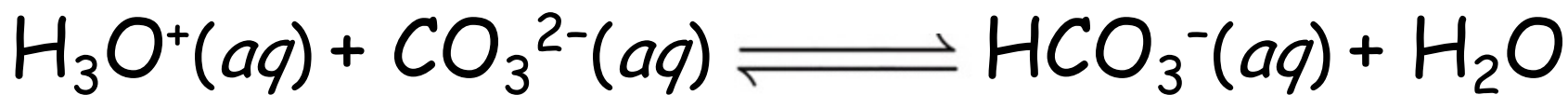
- A. $\text{HClO}_3, \text{N}_2\text{H}_4$
- B. $\text{HClO}_3, \text{ClO}_3^-$
- C. $\text{HClO}_3, \text{N}_2\text{H}_5^+$
- D. $\text{N}_2\text{H}_4, \text{N}_2\text{H}_5^+$
- E. $\text{ClO}_3^-, \text{N}_2\text{H}_5^+$

Kesimpulan Umum

- Asam dan basa kuat cenderung bereaksi satu sama lain untuk menghasilkan konjugat yang lebih lemah
 - Asam *kuat* Brønsted mempunyai basa konjugasi *lemah*
 - Asam *lemah* Brønsted mempunyai basa konjugasi *kuat*
- Dapat diterapkan pada asam biner (asam yang terbuat dari hidrogen dan satu elemen lainnya)

Latihan

Tentukan arah reaksi yang disukai dari reaksi berikut:



Trend Kekuatan Asam Biner

Asam Biner = H_nX

$X = Cl, Br, P, As, S, Se, etc.$

1. Kekuatan asam meningkat dari kiri ke kanan dalam periode yang sama
 - Kekuatan asam meningkat ketika elektronegatifan X meningkat
 - e.g.* HCl asam yang lebih kuat dari H_2S dan lebih kuat dari PH_3
 - atau $PH_3 < H_2S < HCl$

Trend Kekuatan Asam Biner

Asam Biner = H_nX

$X = Cl, Br, P, As, S, Se, etc.$

2. Kekuatan asam meningkat dari atas ke bawah dalam satu golongan

- Kekuatan asam meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran X dan panjang ikatan

e.g. HCl asam lebih lemah dari HBr dan lebih lemah dari HI

- atau $HCl < HBr < HI$

Latihan

Yang manakah yang lebih kuat?

▪ H_2S atau H_2O

▪ H_2S

▪ CH_4 atau NH_3

▪ NH_3

▪ HF atau HI

▪ HI

Trend Kekuatan Asam Okso

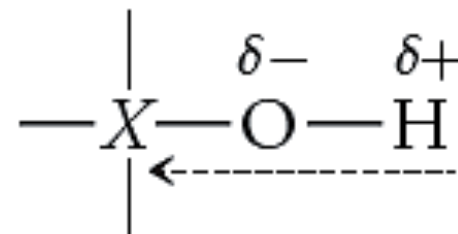
Asam okso (H_nXO_m)

- Asam dari H, O, dan satu unsur lainnya
- $HClO$, HIO_4 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , etc.

1. Asam dengan jumlah atom oksigen sama dan X berbeda

a. Kekuatan asam meningkat dari bawah ke atas dalam 1 golongan

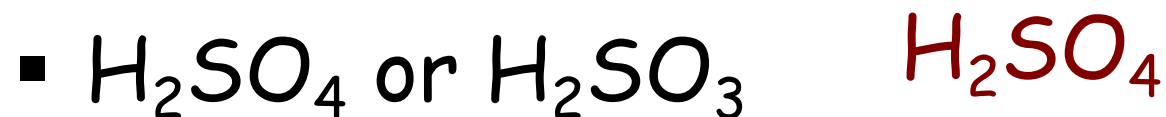
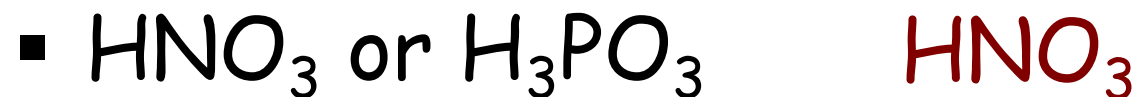
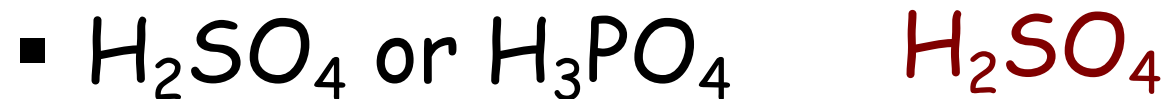
- $HIO_4 < HBrO_4 < HClO_4$



b. Kekuatan asam meningkat dari kiri ke kanan dalam 1 perioda \Rightarrow keelektronegatifan atom pusat meningkat, e.g: $H_3PO_4 < H_2SO_4 < HClO_4$

Latihan

Manakah asam yang lebih kuat pada setiap pasangan?



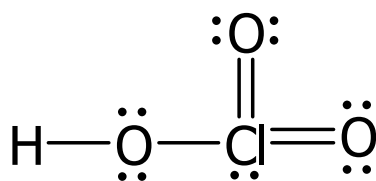
Latihan

Manakah yang sesuai dengan urutan keasaman yang benar dari asam terlemah hingga terkuat?

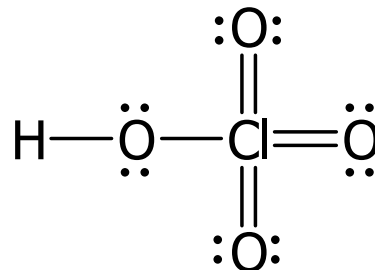
- A. HBrO_3 , HBrO , HBrO_2
- B. HBrO , HBrO_2 , HBrO_3
- C. HBrO , HBrO_3 , HBrO_2
- D. HBrO_3 , HBrO_2 , HBrO

Definisi Alternatif Kekuatan Asam

- Kekuatan asam dapat dianalisis dalam hal *kebasaan anion* yang terbentuk selama ionisasi
- **Kebasaan**
 - Ketersediaan anion untuk menerima H^+ dari H_3O^+
- Contoh: $HClO_3$ dan $HClO_4$:

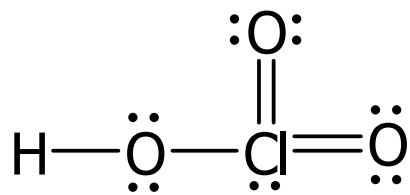


$HClO_3$

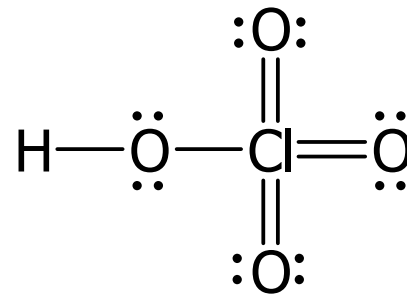


$HClO_4$

Membandingkan Kebasaan Anion



HClO₃



HClO₄

- Atom oksigen membawa sebagian besar muatan negatif
 - ClO₄⁻ mempunyai 4 atom O, msg2 bermuatan $-\frac{1}{4}$
 - ClO₃⁻ mempunyai 3 atom O, msg2 bermuatan $-\frac{1}{3}$
- ClO₄⁻ merupakan basa lemah dari ClO₃⁻
 - ⇒ asam konjugasinya, HClO₄, merupakan asam kuat
- HClO₄ asam yang lebih kuat karena lebih terionisasi sempurna

Latihan

- Urutkan berikut ini dengan meningkatnya kekuatan asam:
 - HBr , AsH_3 , H_2Se
 - $\text{AsH}_3 < \text{H}_2\text{Se} < \text{HBr}$
 - H_2SeO_4 , H_2SO_4 , H_2TeO_4
 - $\text{H}_2\text{TeO}_4 < \text{H}_2\text{SeO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$
 - HBrO_3 , HBrO , HBrO_4 , HBrO_2
 - $\text{HBrO} < \text{HBrO}_2 < \text{HBrO}_3 < \text{HBrO}_4$