

Macam-macam Titrasi Redoks dan Aplikasinya

Macam-macam titrasi redoks

Permanganometri

Dikromatometri

Serimetri

Iodo-iodimetri

Bromatometri

Permanganometri

- **Permanganometri adalah titrasi redoks yang menggunakan KMnO_4 sebagai titran.**
- **Kalium permanganat adalah oksidator kuat.**
- **KMnO_4 dapat diperoleh dengan mudah, tidak mahal dan tidak membutuhkan indikator kecuali untuk larutan yang sangat encer.**

- Mangan mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, +4, +6, dan +7.



- Reaksi yang paling umum ditemukan di laboratorium



- Asam yang dapat digunakan adalah H_2SO_4 encer dan HClO_4

- **Permanganat bereaksi secara cepat dengan banyak zat pereduksi berdasarkan reaksi tersebut, namun ada yang perlu pemanasan atau penggunaan katalis untuk mempercepat reaksi.**

PEMBUATAN LARUTAN KMnO₄

- Pada pembuatan larutan KMnO₄, dilakukan pemanasan dan penyaringan menggunakan medium penyaring yang tidak mereduksi, misalnya wol kaca atau krus saring dari kaca masir
- Larutan disimpan ditempat gelap atau botol berwarna dan tidak diasamkan
$$4\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 4\text{MnO}_2(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$$
Reaksi ini lambat di dalam larutan-larutan encer pada suhu ruangan.

Langkah-langkah pembuatan larutan

- 1. Timbang kalium permanganat
- 2. Larutkan dalam aquades
- 3. Dididihkan 15 – 30 menit
- 4. Biarkan sampai tercapai suhu kamar
- 5. Saring dengan glasswool
- 6. Simpan dalam botol yang berwarna

Standarisasi larutan permanganat

- Larutan kalium permanganat bukan larutan standar primer karena sukar mendapatkan yang murni, selain itu sifatnya mudah terurai oleh cahaya, suhu tinggi, asam/basa dan zat organik
- Larutan permanganat dapat distandarisasi antara lain dengan:
 - Arsen (III) Oksida
 - Natrium Oksalat

Arsen (III) Oksida, As_2O_3

- Senyawa ini adalah standar primer yang sangat baik untuk larutan permanganat.
- Senyawa ini stabil, nonhigroskopik, dan tersedia dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

- Oksida ini dilarutkan dalam Natrium hidroksida kemudian diasamkan dengan asam klorida dan dititrasi dengan permanganat:



- Reaksi ini berjalan lambat pada suhu ruangan kecuali ditambahkan katalis, misalnya KI, KIO_3 ,

Natrium Oksalat

- $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, merupakan standar primer yang baik untuk permanganat dalam larutan asam.
Asam yang digunakan adalah asam sulfat encer.
- Senyawa ini dapat diperoleh dengan tingkat kemurnian yang tinggi, stabil pada saat pengeringan, dan nonhigroskopik.
- Reaksinya berjalan lambat dalam suhu ruangan, sehingga larutan biasanya dipanaskan sampai sekitar $60\text{ }^\circ\text{C}$, mangan (II) bertindak sebagai katalis
- $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

Penggunaan titrasi permanganometri

a. Penentuan besi dalam bijih-bijih besi

Penentuan besi dalam bijih-bijih besi adalah aplikasi terpenting dari permanganometri. Mula-mula bijih besi dilarutkan dalam asam klorida, lalu besi direduksi menjadi Fe^{2+} .

Setelah semua besi berada sebagai Fe^{2+} , kadarnya ditentukan dengan cara titrasi



b. Hidrogen peroksida

Peroksida bertindak sebagai zat pereduksi



c. Kalsium (secara tak langsung)

Mula-mula kalsium diendapkan sebagai CaC_2O_4 .

Setelah penyaringan dan pencucian, endapan dilarutkan dalam asam sulfat dan oksalatnya dititrasi dengan permanganat

Standarisasi larutan permanganat

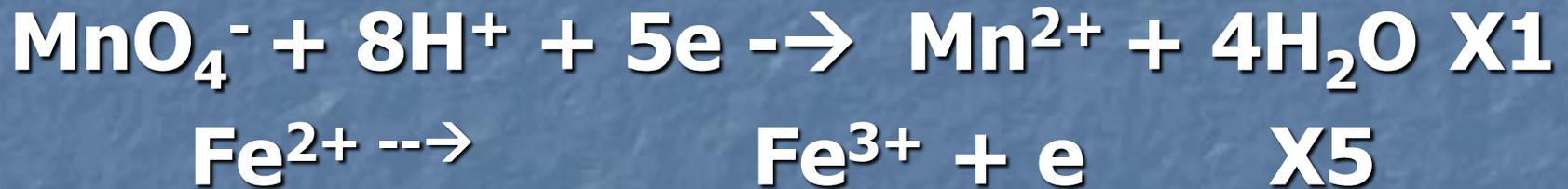
- Larutan kalium permanganat bukan larutan standar primer karena sukar mendapatkan yang murni, selain itu sifatnya mudah terurai oleh cahaya, suhu tinggi, asam/basa dan zat organik
- Larutan permanganat dapat distandarisasi antara lain dengan:
 - Arsen (III) Oksida
 - Natrium Oksalat

Contoh soal

- Dalam suasana asam besi (II) dititrasi dengan larutan kalium permanganat 0,0206 M, larutan KMnO_4 yang diperlukan 40,20 mL. Hitunglah mg besi dalam larutan tersebut?

Penyelesaian

- Dalam suasana asam:



- Pada titik ekuivalen:

$$\text{Mol KMnO}_4 = \text{M.V}$$

- $\text{Mol KMnO}_4 = M \cdot V$
 $= 0,0206 \text{ M} \times 40,2 \text{ mL}$
 $= 0,828 \text{ mmol}$
- $5 \text{ mol Fe} \approx 1 \text{ mol KMnO}_4$
 $\therefore \text{mol Fe yang diperlukan} = 5 \times 0,828 \text{ mmol}$
 $= 4,14 \text{ mmol}$
- Banyaknya Fe yang diperlukan adalah:
 $= 4,14 \text{ mmol Ar.Fe.}$
 $= 231,8 \text{ mgram}$

TUGAS

0,2121 gram sampel natrium oksalat murni dititrasi dengan 43,31 ml kalium permanganat. Hitunglah normalitas kalium permanganat

Dikromatometri

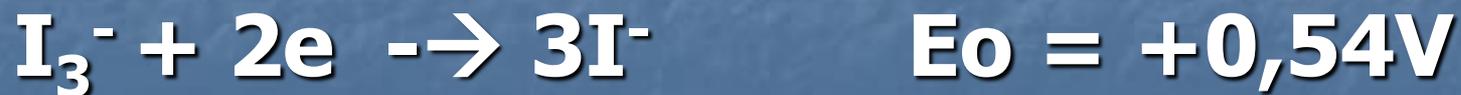
- **Dikromatometri adalah titrasi redoks yang menggunakan senyawa dikromat sebagai oksidator.**
- **Ion dikromat direduksi menjadi ion Cr^{3+} yang berwarna hijau.**
- **Senyawa dikromat merupakan oksidator kuat tetapi lebih lemah dari permanganat.**
- **$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$**

- Keuntungan dikromat sebagai oksidator adalah harganya tidak mahal, larutannya sangat stabil dan tersedia dalam bentuk yang cukup murni, Merupakan standar primer
- kelemahannya adalah reaksinya lambat.
- Penggunaan utama titrasi dikromatometri adalah untuk penentuan kadar besi (II) dalam larutan asam klorida.
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

Titration dengan Iodium

- **Titration dengan iodine dibedakan menjadi**
 - 1. Iodimetri (cara langsung)**
 - 2. Iodometri (cara tidak langsung)**

- **Reaksi dasar pada titration ini adalah:**



- TAT : didasarkan pada terdapatnya I_2
- 1. Dengan kanji
 - iodometri : tidak berwarna \rightarrow biru
 - iodometri : biru \rightarrow tidak berwarna
- 2. Dengan pelarut organik
- sumber kesalahan
 - terjadinya penguapan I_2 dari larutan dan oksidasi iodida oleh udara
- $4I^- + O_2 + 4H^+ \rightarrow 2I_2 + 2H_2O$

Iodimetri (cara langsung)

- adalah titrasi yang dilakukan langsung dengan larutan standar iodium sebagai pengoksid, dilakukan dalam suasana netral atau sedikit asam.
- Beberapa Penggunaan Iodimetri

ANALIT dan REAKSI

- Arsen (III)



- Ferrosianida



- Belerang (sulfida)



- Belerang (sulfit)



- Tiosulfat



Iodometri (Cara tidak langsung)

- Pada iodometri zat yang akan ditentukan direaksikan dengan ion iodida berlebih biasanya digunakan KI berlebih. Zat pertama akan direduksi dengan membebaskan iodium yang ekuivalen jumlahnya. Iodium yang dibebaskan ini kemudian dititrasi dengan larutan standar tiosulfat.

- Reaksi yang terjadi adalah:



- **Titik akhir titrasi ditetapkan dengan bantuan indikator kanji, yang ditambahkan sesaat sebelum titik akhir tercapai.**
- **Warna biru kompleks iodium kanji akan hilang pada saat titik akhir tercapai.**
- **Beberapa Penggunaan Titrasi Iodometri**

ANALIT dan REAKSI

- **Bromat**



- **Klorin**



- **Tembaga (II)**



- **Dikromat**



- **Hidrogen peroksida**



- **Natrium tiosulfat umumnya dibeli sebagai pentrahidrat. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dan larutan-larutannya distandarisasi oleh standar primer.**
- **Larutan tiosulfat tidak stabil pada jangka waktu yang lama, sehingga boraks atau natrium karbonat seringkali ditambahkan sebagai bahan pengawet. Selain itu larutan ini sifatnya tidak stabil terhadap oksidasi dari udara, asam dan adanya bakteri pemakan belerang yang terdapat dalam pelarut.**
-
- **Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ harus disimpan pada tempat yang tidak kena langsung matahari.**

Standarisasi larutan tiosulfat

antara lain dengan

- Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
- Kalium Iodat (KIO_3)

Kalium Dikromat

- Senyawa ini dapat diperoleh dengan kemurnian yang tinggi, berat ekivalennya cukup tinggi, tidak higroskopik, dan padat serta larutan-larutannya amat stabil. Reaksi dengan iodida dilakukan di dalam asam sekitar 0,2 sampai 0,4 M.
- $$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$$
$$3\text{I}_2 + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$
- $$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$
- Berat ekuivalen dari kalium dikromat adalah seperenam dari berat molekulnya, atau 49,03 g/eq.

Contoh soal

- Suatu larutan natrium tiosulfat distandarisasi dengan melarutkan 0,1210 g KIO_3 (214,00 g/mol) dalam air, ditambahkan KI berlebih dan diasamkan dengan HCl. Iodin yang dibebaskan memerlukan 41,64 mL larutan tiosulfat untuk memberikan warna biru kompleks kanji-iodin. Hitung molaritas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Penyelesaian:

■ Jumlah $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$$= 0,1210 \text{ g KIO}_3 \times \dots\dots\dots$$

$$= 3,3925 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

■ Molaritas natrium tiosulfat

$$= 0,0815 \text{ M}$$

Kalium Iodat (KIO₃)

- Garam ini mengoksidasi iodida secara kuantitatif menjadi iodin dalam larutan asam.
- Reaksi:
$$\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$
$$3\text{I}_2 + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 6\text{I}^- + 3\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$
- $\text{IO}_3^- + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{I}^- + 3\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 1 mol $\text{IO}_3^- \equiv 3 \text{ mol I}_2 \equiv 6 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}$
- Berat ekuivalen dari kalium iodat adalah seperenam berat molekulnya yaitu 35,67

Contoh soal

- Suatu larutan natrium tiosulfat distandarisasi dengan melarutkan 0,1210 g KIO_3 (214,00 g/mol) dalam air, ditambahkan KI berlebih dan diasamkan dengan HCl. Iodin yang dibebaskan memerlukan 41,64 mL larutan tiosulfat untuk memberikan warna biru kompleks kanji-iodin. Hitung molaritas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Penyelesaian:

- Jumlah $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- $= 0,1210 \text{ g KIO}_3 \times =$
- $3,3925 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $= 0,0815 \text{ M}$

TUGAS

1. Asam askorbat adalah suatu reduktor yang bereaksi sebagai berikut:



vitamin ini ditetapkan dengan oksidasi dengan suatu larutan standar Iod.

Suatu sampel air jeruk sebanyak 200 mL diasamkan dengan asam sulfat dan ditambahkan 10 mL I_2 0,04 M. Setelah reaksi berjalan lengkapkelebihan I_2 dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0100 M ternyata dibutuhkan 30,23 mL.

Hitunglah berapa mg asam askorbat /mL air jeruk tersebut.

TUGAS

2. Serbuk pengelantang $\text{Ca}(\text{OCI})\text{Cl}$ bereaksi dengan Ion I^- dalam suasana asam dan dibebaskan iodium.
 - a. Tentukan persamaan reaksinya
 - b. Bila 35,24 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1084 N diperlukan untuk melakukan titrasi Ion yang dibebaskan dari 0,600 gram contoh serbuk pengelantang. Hitung persentase Cl^- dalam contoh tersebut?