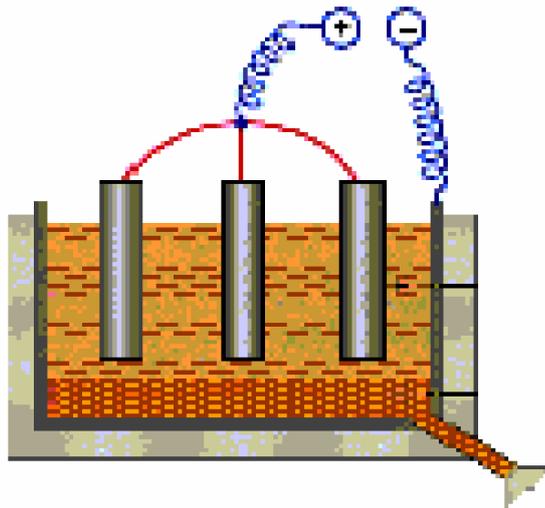




REAKSI REDUKSI OKSIDASI (REDOKS)



KIM/ANL-II

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
JAKARTA
2003**

KATA PENGANTAR

Pendidikan Menengah Kejuruan sebagai penyedia tenaga kerja terampil tingkat menengah dituntut harus mampu membekali tamatan dengan kualifikasi keahlian standar serta memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Sejalan dengan itu maka dilakukan berbagai perubahan mendasar di dalam penyelenggaraan pendidikan kejuruan. Salah satu perubahan tersebut adalah penerapan Sistem Pendidikan dan Pelatihan Berbasis Kompetensi.

Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan tersebut, maka dirancang kurikulum yang didasarkan pada jenis pekerjaan dan uraian pekerjaan yang dilakukan oleh seorang analis dan teknisi kimia di dunia kerja. Berdasarkan hal itu disusun kompetensi yang harus dikuasai dan selanjutnya dijabarkan ke dalam deskripsi program pembelajaran dan materi ajar yang diperlukan yang disusun ke dalam paket-paket pembelajaran berupa modul.

Modul-modul yang disusun untuk tingkat II di SMK program keahlian Kimia Analisis dan Kimia Industri berjumlah empat belas modul yang semuanya merupakan paket materi ajar yang harus dikuasai peserta didik untuk memperoleh sertifikat sebagai **Pengelola Laboratorium**. Judul-judul modul dapat dilihat pada peta bahan ajar yang dilampirkan pada setiap modul.

BANDUNG, DESEMBER 2003

TIM KONSULTAN KIMIA
FPTK UPI

DAFTAR ISI MODUL

halaman

HALAMAN DEPAN (COVER1)	
HALAMAN DALAM (COVER 2)	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL
PERISTILAHAN/GLOSARIUM.....	

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi	
B. Prasyarat	
C. Petunjuk Penggunaan Modul	
D. Tujuan Akhir	
E. Kompetensi	
F. Cek Kemampuan	

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Siswa	
B. Kegiatan Belajar	
1. Kegiatan Belajar 1	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1.....	
b. Uraian Materi 1	
c. Rangkuman 1	
d. Tugas 1	
e. Tes Formatif 1	
f. Kunci Jawaban Formatif 1	
g. Lembar Kerja 1	
2. Kegiatan Belajar 2	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2	
b. Uraian Materi 2	
c. Rangkuman 2	
d. Tugas 2	
e. Tes Formatif 2	
f. Kunci Jawaban Formatif 2	
g. Lembar Kerja 2	
3. Kegiatan Belajar 3	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 3	
b. Uraian Materi 3	
c. Rangkuman 3	
d. Tugas 3	
e. Tes Formatif 3	

- f. Kunci Jawaban Formatif 3
- g. Lembar Kerja 3
- 4. Kegiatan Belajar 4
 - a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4
 - b. Uraian Materi 4
 - c. Rangkuman 4
 - d. Tugas 4
 - e. Tes Formatif 4
 - f. Kunci Jawaban Formatif 4
 - g. Lembar Kerja 4
- 5. Kegiatan Belajar 5
 - a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 5
 - b. Uraian Materi 5
 - c. Rangkuman 5.....
 - d. Tugas 5
 - e. Tes Formatif 5
 - f. Kunci Jawaban Formatif 5
 - g. Lembar Kerja 5

III EVALUASI

Kunci Jawaban.....

IV PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

PERISTILAHAN / GLOSSARY

auto redoks (disproporsionasi)

reaksi redoks, dimana reaksi oksidasi dan reduksinya terjadi pada unsur yang sama

bilangan oksidasi

bilangan yang menyatakan muatan atom dalam senyawa ion
bilangan yang menyatakan jumlah elektron yang dapat dilepas atau diterima atom dalam senyawa (untuk senyawa kovalen bersifat fiktif)

ion spectator

ion penonton
ion sejenis yang terdapat pada reaktan dan hasil reaksi
ion yang tidak mempengaruhi hasil reaksi

konyugat oksidator dan reduktor

pasangan oksidator dan reduktor yang terkait, misal Cu adalah reduktor konyugat dari oksidator Cu^{2+} , atau Cu^{2+} adalah oksidator konyugat dari reduktor Cu.

koefisien reaksi

angka yang dibubuhkan di depan rumus kimia dalam persamaan reaksi

oksida

senyawa yang terbentuk antara suatu unsur dengan oksigen

oksida bukan logam

oksida yang terbentuk dari unsur bukan logam, misalnya SO_3 , CO_2 ,...

oksida logam

oksida yang terbentuk dari unsur logam, misalnya Na_2O , CaO , ...

oksida normal

oksida yang terbentuk sesuai dengan valensi (bilangan oksidasi) biasa dari unsur pengikat oksigen, misalnya Na_2O , K_2O , ...

oksidator

suatu zat yang dapat mengoksidasi zat lain
suatu zat penerima elektron
suatu zat yang mengalami proses reduksi

penyetaraan redoks cara perubahan bilangan oksidasi

penyetaraan reaksi redoks dengan menggunakan perubahan bilangan oksidasi

penyetaraan redoks cara setengah reaksi

penyetaraan reaksi redoks dengan cara menggabungkan setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi yang sebelumnya disetarakan secara terpisah

peroksida

oksida yang kelebihan satu atom oksigen dari oksida normalnya, misal H_2O_2 , Na_2O_2 , ...

persamaan reaksi ionik sisa (*net reaction equation*)

persamaan reaksi yang hanya mencantumkan ion-ion yang berperan pada suatu reaksi

persamaan reaksi ionik total

persamaan reaksi yang mengungkapkan semua reaktan dan hasil reaksi senyawa ion dituliskan dalam bentuk ionnya

persamaan reaksi redoks molekuler

reaksi redoks dimana penulisan reaktan dan hasil reaksinya dinyatakan dengan rumus molekul

persamaan reaksi redoks ionik

reaksi redoks dimana penulisan reaktan dan hasil reaksinya dinyatakan dengan ion-ion atau molekul-ion

reaksi asam basa

reaksi yang melibatkan reaktan berupa asam dan basa

reaksi ionisasi

reaksi penguraian suatu zat menjadi ion-ion

reaksi metatesis

reaksi pertukaran diantara bagian molekul reaktan

reaksi netralisasi

reaksi dimana jumlah asam dan basa sama

reaksi oksidasi

reaksi pengikatan oksigen oleh suatu zat

reaksi pelepasan hidrogen dari suatu zat

reaksi pelepasan elektron

reaksi adanya kenaikan bilangan oksidasi

reaksi pembakaran

reaksi penggabungan suatu zat dengan oksigen, dihasilkan panas dan cahaya dalam bentuk nyala

reaksi pembentukan

reaksi yang menghasilkan senyawa dari unsur-unsurnya

reaksi pengendapan

reaksi adanya hasil reaksi berupa endapan

reaksi penghasil gas

reaksi adanya hasil reaksi berupa gas

reaksi penguraian

reaksi pemecahan senyawa menjadi spesi lebih kecil

reaksi redoks

reaksi reduksi dan oksidasi

reaksi reduksi

reaksi pelepasan oksigen dari suatu zat

reaksi penerimaan hidrogen oleh suatu zat

reaksi penerimaan elektron

reaksi adanya penurunan bilangan oksidasi

reaksi reversibel

reaksi yang berlangsung ke dua arah dengan laju reaksi sama

reduktor

suatu zat yang dapat mereduksi zat lain

suatu zat pelepas elektron

suatu zat yang mengalami proses oksidasi

superoksida

oksida yang kelebihan satu atom oksigen dari peroksidanya, misalnya KO_2

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini berjudul *Reaksi Reduksi Oksidasi*. Materi pelajaran meliputi konsep oksidasi reduksi berdasarkan oksigen, hidrogen dan elektron, bilangan oksidasi, penyetaraan reaksi redoks, dan aplikasi reaksi redoks.

Untuk mempermudah dan memperoleh pemahaman yang memadai dalam mempelajari modul ini, disarankan anda terlebih dahulu mempelajari dan memahami modul sebelumnya seperti : (1) Modul struktur atom, (2) Sistem periodik, (3) Modul Ikatan kimia, dan (4) Modul stoikiometri.

Beberapa kemampuan (*competencies*) dan kinerja (*performance*) yang harus dicapai setelah anda mempelajari modul ini adalah sebagai berikut :

Kemampuan dan Kinerja yang harus dicapai		
Pengetahuan	Keterampilan	Sikap
<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan pengertian oksidasi dan reduksi yang melibatkan oksigen• Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen	<ul style="list-style-type: none">• Mengeksperimenkan reaksi redoks yang melibatkan oksigen• Menghitung spesi yang terlibat dalam reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen secara stoikiometri	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dalam menunjukkan reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen dengan sungguh-sungguh, cermat, dan hati-hati
<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan pengertian oksidasi dan reduksi dengan melibatkan elektron• Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan elektron• Menjelaskan konsep bilangan oksidasi	<ul style="list-style-type: none">• Mengeksperimenkan reaksi redoks yang melibatkan elektron• Menghitung spesi yang terlibat dalam reaksi redoks yang melibatkan elektron• Melatih penentuan bilangan oksidasi	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dalam menunjukkan reaksi redoks yang melibatkan elektron dengan sungguh-sungguh, cermat, dan hati-hati• Mau berpartisipasi dalam menentukan bilangan oksidasi dengan sungguh-sungguh, cermat, dan hati-hati
<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan cara menyetarakan persamaan reaksi redoks• Menerapkan konsep	<ul style="list-style-type: none">• Menyetarakan reaksi redoks atas dasar eksperimen yang dilakukan• Menghitung kuantitas spesi	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dalam menghitung kuantitas spesi reaksi reduksi oksidasi secara cermat

bilangan oksidasi untuk menyetarakan reaksi redoks • Mengevaluasi cara penyetaraan reaksi redoks yang efektif • Mengaplikasikan konsep reduksi oksidasi pada titrasi dan sumber listrik	pada reaksi reduksi oksidasi	dan hati-hati
---	------------------------------	---------------

B. Prasyarat

Untuk menguasai secara optimal kemampuan yang dituntut dari Modul pengolahan unsur ini, dipersyaratkan anda menguasai :

- (1) Modul struktur atom
- (2) Modul sistem periodik
- (3) Modul ikatan kimia
- (4) Modul stoikiometri

Kemampuan khusus yang harus anda tekuni dan latih secara intensif dari modul-modul yang dipersyaratkan tersebut adalah :

- (1) Terampil menyetarakan persamaan reaksi bukan redoks
- (2) Terampil menyelesaikan konfigurasi elektron

C. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini dirancang sebagai bahan untuk melangsungkan pembelajaran maupun kerja mandiri. Untuk meningkatkan proses dan hasil belajar, maka pada bagian ini diberikan panduan belajar bagi siswa dan panduan mengajar bagi guru.

1. Panduan belajar bagi siswa

- a. Bacalah dengan cepat keseluruhan modul ini (*skimming*)
- b. Buatlah diagram yang berisikan materi utama yang dibicarakan dalam modul ini berikut aktifitas yang diminta. Beri kotak segi empat untuk setiap materi/konsep utama yang dibicarakan. Tiap kotak diberi nomor urut untuk memudahkan penelusuran isi konsepnya.

- c. Siapkan kertas kosong HVS berukuran 10 x 10 cm (lebih baik lagi kertas lipat berwarna yang banyak dijual di toko buku). Tuliskan nomor dan makna atau isi konsep sesuai yang tercantum dalam diagram.
- d. Pahami isi masing-masing konsep yang tertera pada diagram.
- e. Diskusikan dengan guru dan teman-teman tentang konsep-konsep yang belum anda difahami hingga mendapat kejelasan
- f. Jawablah semua soal-soal yang menguji penguasaan konsep, kemudian periksa hasilnya dengan kunci jawaban yang disediakan. Pelajari kembali apabila penguasaan kurang dari 80%. Ingat ! Kunci jawaban hanya di gunakan setelah anda mengerjakan soal, dan hanya digunakan untuk mengetahui pemahaman nyata anda.
- g. Ikuti semua percobaan yang melibatkan reaksi redoks dengan seksama. Latihlah keterampilan-keterampilan dasarnya.

2. Panduan Mengajar bagi Guru

- a. Sebelum pembelajaran dengan modul ini dilangsungkan, terlebih dahulu dipersiapkan OHT (*Overhead Transparencies*) yang memuat struktur materi/konsep utama dalam bentuk diagram. Transparansikan contoh-contoh reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan reaksi redoks yang melibatkan elektron; tabel aturan bilangan oksidasi, contoh penyetaraan reaksi redoks, dan contoh penerapan reaksi redoks dalam titrasi atau dalam bahan penghasil listrik.
- b. Tugaskan pada kelompok siswa untuk membaca isi modul, dan diskusikan hal-hal yang belum difahaminya.
- c. Kelompokkan siswa menjadi beberapa kelompok, beri tugas untuk melakukan eksperimen, dan bimbing dengan baik pelaksanaannya.
- d. Evaluasi kemampuan siswa dalam aspek kognitif, psikomotor, dan afektif yang dinyatakan dalam modul. Bagi siswa yang belum mencapai penguasaan minimal 80% disuruh untuk mempelajari kembali secara mandiri di rumahnya. Penilaian psikomotor dan afektif hendaknya menggunakan lembar observasi yang dicontohkan pada modul atau alternatif pengembangannya.

D. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang harus dicapai setelah menyelesaikan modul ini tertuang pada tabel sebagai berikut :

Kinerja yang diharapkan	Kriteria keberhasilan	Kondisi/variabel yang diberikan
Terampil (P) dan aktif berpartisipasi (A) dalam menganalisis reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen (K)	<ul style="list-style-type: none">• Konsep dasar reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen dikuasai minimal 80%• Menentukan reaksi redoks dengan tepat	<ul style="list-style-type: none">• Peralatan dan bahan untuk memverifikasi reaksi redoks dengan melibatkan oksigen dan hidrogen
Terampil (P) dan aktif berpartisipasi (A) dalam menganalisis reaksi redoks yang melibatkan elektron dan bilangan oksidasi (K)	<ul style="list-style-type: none">• Konsep dasar reaksi redoks yang melibatkan elektron dan bilangan oksidasi dikuasai minimal 80%• Menentukan reaksi redoks dengan tepat	<ul style="list-style-type: none">• Peralatan dan bahan untuk memverifikasi reaksi redoks dengan melibatkan elektron dan bilangan oksidasi
Terampil (P) dan aktif berpartisipasi (A) dalam menyetarakan reaksi redoks dan penerapannya pada titrasi dan bahan penghasil listrik (K)	<ul style="list-style-type: none">• Konsep dasar penyetaraan reaksi redoks dikuasai minimal 80%• Menyetarakan reaksi redoks dengan benar	<ul style="list-style-type: none">• Peralatan dan bahan untuk memverifikasi penyetaraan reaksi redoks

K = Kognitif

P = Psikomotor

A = Afektif

E. Kompetensi

Kompetensi yang akan dicapai dalam Modul ini mengacu pada GBPP-SMK Implementatif sebagai berikut :

MATA DIKLAT : Menganalisis bahan secara kualitatif

KODE : H

WAKTU : 20 Jam

Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
1	2	3	4	5	6
H.4 Menentu-kan reaksi redoks	1. Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen	Reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen	Kritis dan teliti dalam menentukan reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen	Menganalisis reaksi redoks	Memverifikasi adanya reaksi redoks dengan melibatkan oksigen dan hidrogen
	2. Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan elektron	Reaksi redoks yang melibatkan elektron	Kritis dan teliti dalam menentukan reaksi redoks yang melibatkan elektron	Menganalisis reaksi redoks	Memverifikasi adanya reaksi redoks dengan melibatkan eletron
	3 Menentu-kan bilangan oksidasi unsur dalam senaywa	Bilangan oksidasi	Cermat dan teliti dalam menentukan bilangan oksidasi	Menganalisis bilangan oksidasi yang dimiliki suatu unsur	Menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa
	4. Menyetarakan persamaan reaksi redoks berdasarkan setengahreaksi dan perubahan bilangan oksidasi	Penyetara-an reaksi redoks	Cermat dan teliti dalam menyetarakan persamaan reaksi redoks	Menyetarakan reaksi redoks dengan lengkap	Memverifikasi stoikiometri reaksi redoks

F. Cek Kemampuan

Berikut ini merupakan lembar pengecekan kemampuan anda terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian tersebut harus dipandang sebagai alat evaluasi diri, olehkarena itu harus diisi dengan sejujurnya, dan apabila sebagian besar pertanyaan sudah anda kuasai, maka anda dapat mengerjakan soal atau minta pengujian praktek pada guru.

Berikan tanda cek (V) pada tingkat penguasaan sesuai yang anda

No.	Aspek yang harus dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman anda tentang reaksi oksidasi yang melibatkan oksigen dan hidrogen			
2	Pemahaman anda tentang reaksi reduksi yang melibatkan oksigen dan hidrogen			
3	Keterampilan anda dalam memverifikasi reaksi reduksi oksidasi yang melibatkan oksigen dan hidrogen			
4	Pemahaman anda tentang reaksi oksidasi yang melibatkan elektron			
5	Pemahaman anda tentang reaksi reduksi yang melibatkan elektron			
6	Keterampilan anda dalam memverifikasi reaksi reduksi oksidasi yang melibatkan elektron			
7	Pemahaman anda tentang bilangan oksidasi			
8	Keterampilan anda dalam menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa			
9	Pemahaman anda tentang cara menyetarakan reaksi redoks berdasarkan cara setengah reaksi			
10	Pemahaman anda tentang cara menyetarakan reaksi redoks berdasarkan cara perubahan bilangan oksidasi			
11	Keterampilan anda dalam menyetarakan persamaan reaksi redoks			
12	Keterampilan anda dalam memverifikasi penyetaraan reaksi redoks berdasarkan eksperimen			
13	Pemahaman anda tentang penerapan konsep reduksi oksidasi pada proses titrasi			
14	Pemahaman anda tentang penerapan konsep reduksi oksidasi pada bahan sumber listrik			
15	Keterampilan anda dalam menghitung spesi reaksi redoks yang diterapkan pada titrasi dan bahan sumber listrik			

BAB II PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Tabel berikut merupakan rambu-rambu rencana pembelajaran dengan menggunakan Modul ini. Rambu-rambu ini bersifat fleksibel dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi sekolah.

Kompetensi : Menganalisis Bahan Secara Kuantitatif

Sub Kompetensi : H1a Analisis reaksi kimia

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Perubahan dan Alasan	Tanda tangan Guru
KBM-1 • Konsep oksidasi reduksi dengan melibatkan oksigen, hidrogen dan elektron		6 jam	Kelas dan lab		
KBM-2 • Konsep redoks berdasarkan keterlibatan elektron dan bilangan oksidasi		6 jam	Kelas dan lab		
KBM-3 • Penyetaraan persamaan reaksi redoks • Penerapan reaksi redoks pada titrasi dan sumber arus listrik		8 jam	Kelas		

B. Kegiatan Belajar 1

1. Kegiatan belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1

Siswa diharapkan dapat :

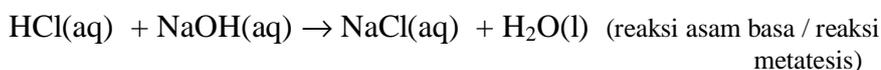
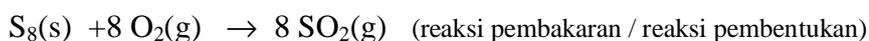
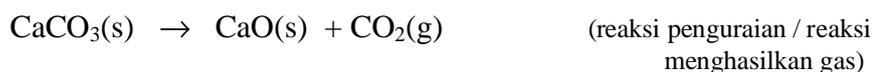
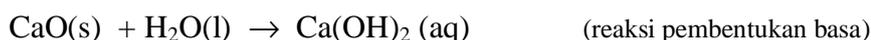
- Menjelaskan pengertian oksidasi dan reduksi yang melibatkan oksigen dan hidrogen
- Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen
- Mengeksperimenkan reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen

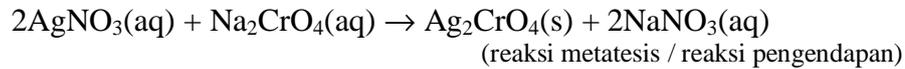
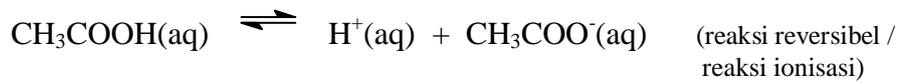
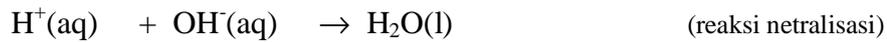
- Menghitung spesi yang terlibat dalam reaksi redoks yang melibatkan oksigen dan hidrogen secara stoikiometri
- Berpartisipasi dalam menunjukkan reaksi redoks yang melibatkan oksigen, dan elektron dengan sungguh-sungguh, cermat, dan hati-hati

b. Uraian materi 1

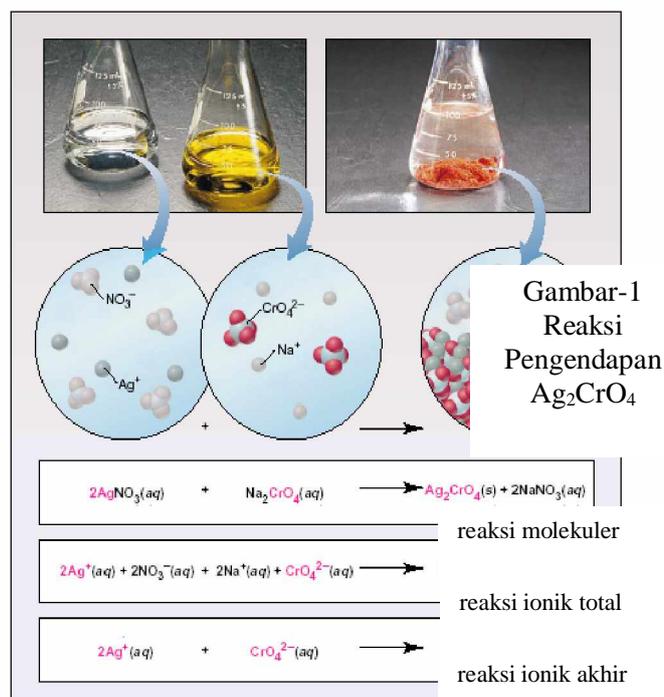
Reaksi Reduksi Oksidasi Berdasarkan Keterlibatan Oksigen dan Hidrogen

Dalam pelajaran sebelumnya mungkin anda telah mengenal berbagai reaksi kimia, seperti reaksi pembentukan, reaksi penguraian, reaksi metatesis, reaksi pengendapan, reaksi menghasilkan gas, reaksi pembakaran, reaksi asam basa, reaksi netralisasi, reaksi reversibel, reaksi ionisasi dll. Penamaan jenis reaksi kimia tersebut berkaitan erat dengan peristiwa yang muncul dalam reaksi bersangkutan. Pada reaksi pembentukan tentunya dalam reaksi tersebut ada dua atau lebih zat yang bereaksi (reaktan) untuk membentuk suatu senyawa. Reaksi penguraian memiliki ciri yaitu satu reaktan terurai menjadi dua atau lebih hasil reaksi. Reaksi metatesis bercirikan adanya pertukaran dari bagian molekul diantara dua reaktan. Reaksi pengendapan bercirikan adanya pembentukan hasil reaksi berbentuk endapan. Reaksi menghasilkan gas yaitu adanya pembentukan hasil reaksi berujud gas. Reaksi pembakaran yaitu proses penggabungan suatu zat dengan oksigen yang biasanya melepaskan panas dan cahaya dalam bentuk nyala. Reaksi asam basa yaitu reaksi yang menggunakan asam dan basa sebagai reaktan. Reaksi netralisasi menyatakan reaksi asam basa dimana jumlah asam sama dengan basa sehingga menghasilkan hasil reaksi yang bersifat netral. Reaksi reversibel yakni reaksi yang berlangsung ke dua arah dengan laju reaksi yang sama. Reaksi ionisasi yaitu reaksi penguraian dengan menghasilkan ion-ion. Beberapa persamaan reaksi berikut merupakan contoh dari macam-macam reaksi tadi.





Pada reaksi antara AgNO_3 dan Na_2CrO_4 terjadi pertukaran pasangan, Ag^+ bergabung dengan CrO_4^{2-} dan Na^+ bergabung dengan NO_3^- , karena itu reaksi ini disebut reaksi metatesis. Di sisi lain gabungan Ag^+ dengan CrO_4^{2-} membentuk endapan merah Ag_2CrO_4 , sehingga reaksi ini juga disebut reaksi pengendapan seperti terlihat pada (Gambar-1). Penulisan persamaan reaksi di atas dinamakan persamaan reaksi molekuler, sedangkan kenyataannya senyawa-senyawa tersebut berupa ion-ion dalam larutan kecuali Ag_2CrO_4 masih berbentuk molekul karena berwujud padat. Karena itu persamaan reaksi yang tepat dinyatakan dalam bentuk persamaan ion total. Persamaan ion akhir (*net ionic equation*) itulah yang menyatakan reaksi sebenarnya antara AgNO_3 dengan Na_2CrO_4 . Adapun ion Na^+ dan NO_3^- dinamakan “*spectator ion*” atau ion penonton yaitu ion-ion yang tidak berpengaruh terhadap hasil reaksi, karena sebelum dan sesudah reaksi masih tetap sama. Dengan menghilangkan ion spectator dari persamaan ion total, maka dihasilkan persamaan ion akhir.



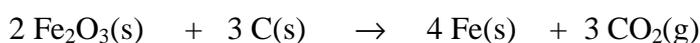
Demikian suatu proses kimia ada yang dapat dikategorisasi hanya dengan satu peristilahan khusus ada pula yang lebih dari satu peristilahan.

Selanjutnya modul ini akan membahas secara khusus satu jenis reaksi kimia yang tidak kalah pentingnya dari jenis reaksi di atas yang telah anda ketahui sebelumnya yaitu reaksi reduksi oksidasi yang disingkat dengan *reaksi redoks*.

Hingga sekarang pemaknaan konsep reaksi redoks mengalami dua perkembangan, pertama konsep reaksi redoks atas dasar keterlibatan oksigen dan hidrogen, berikutnya konsep reaksi redoks atas dasar keterlibatan elektron.

Dalam kehidupan sosial mungkin anda sering mendengar istilah “reduksi” yang memiliki arti yaitu “penurunan, pengurangan atau pelepasan” misalnya reduksi harga yang berarti adanya penurunan harga. Dalam konteks ilmu kimia pun istilah reduksi memiliki makna yang sama dengan itu. Dalam ilmu kimia istilah reduksi awalnya diperkenalkan dalam proses pengolahan logam dengan sebutan reduksi logam dari bijihnya.

Pada waktu itu reaksi reduksi dinyatakan sebagai reaksi pelepasan oksigen dari suatu senyawa. Misalnya reaksi reduksi oksida besi oleh karbon pada suhu tinggi menjadi besi dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



Oksida besi, Fe_2O_3 merupakan senyawa yang mengandung oksigen, tetapi ketika direaksikan dengan karbon, C maka oksigen yang dimilikinya dilepaskan dan ditangkap oleh karbon. Peristiwa tersebut dikatakan bahwa Fe_2O_3 mengalami proses reduksi.

Di samping contoh tadi, pelepasan oksigen sering terjadi pada penguraian termal (pemanasan) senyawa oksida, klorat dan perklorat. Misalnya merkuri (II) oksida digunakan Lavoisier dan Priestly pada percobaan pertamanya untuk menghasilkan logam merkuri (raksa) dan gas oksigen. Percobaan inilah yang merupakan awal diperkenalkannya oksigen oleh Lavoisier dan Priestly yang diungkapkan dengan persamaan reaksi berikut.

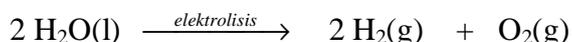


$\xrightarrow{\Delta}$ = reaksi pemanasan

Penguraian kalium klorat melalui pemanasan, juga merupakan contoh reaksi reduksi. Reaksi ini biasanya digunakan untuk membuat oksigen di laboratorium dalam jumlah kecil.



Contoh lain pelepasan oksigen dapat pula dilangsungkan melalui proses elektrolisis seperti elektrolisis air. (Coba anda pelajari nanti konsep elektrolisis ini pada Modul elektrokimia).



Begitu pula pemanasan senyawa padatan peroksida pada suhu rendah akan terjadi pelepasan oksigen dengan mudah, bahkan untuk peroksida cairan seperti H_2O_2 akan mengalami penguraian spontan pada suhu kamar. Contoh proses reduksi senyawa peroksida diantaranya dinyatakan pada persamaan reaksi berikut.



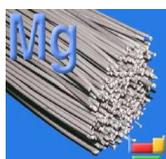
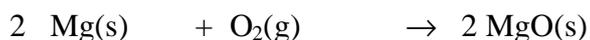
Reaksi oksidasi merupakan kebalikan dari reaksi reduksi yaitu reaksi suatu zat dengan oksigen. Dalam keseharian reaksi oksidasi ini dijumpai sebagai reaksi pembakaran. Berbeda dengan pemanasan, pada pembakaran ini suatu zat langsung dikenai api. Nyala api akan timbul manakala ada oksigen. Oleh karena itu pembakaran dinyatakan sebagai reaksi pengikatan oksigen. Misalnya pembakaran unsur logam seperti besi (Fe), magnesium (Mg), aluminium(Al), dan raksa (Hg); pembakaran unsur bukan logam seperti hidrogen (H_2), karbon (C), belerang (S_8) dan fosfor (P_4); pembakaran senyawa seperti gas metana (CH_4), bensin (C_8H_{18}), alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), dan karbohidrat ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$) dinyatakan dengan persamaan reaksi berikut.

Oksidasi besi (Fe)



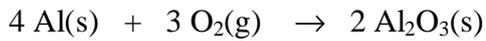
Serbuk besi berwarna keabuan jika terbakar di udara terbuka akan mengikat oksigen udara membentuk padatan coklat kehitaman Fe_2O_3 . Jika pada reaksi ini terdapat uap air dari udara lembab, maka Fe_2O_3 dengan cepat membentuk karat besi $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Oksidasi magnesium (Mg)



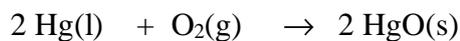
Pita / batang magnesium berwarna keabuan jika dibakar pada suhu tinggi, akan terbentuk padatan putih MgO disertai nyala putih yang sangat kuat (hati-hati melakukan percobaan ini).

Oksidasi aluminium (Al)



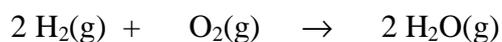
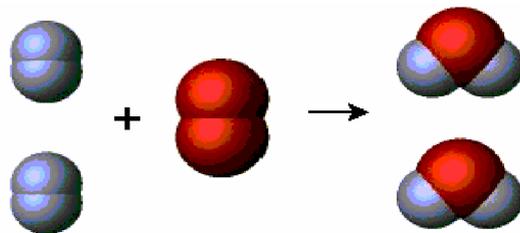
Lembaran /serpihan / serbuk aluminium berwarna abu mengkilat jika terbakar terkena udara dengan cepat permukaannya tertutupi lapisan Al_2O_3 berwarna abu kehitaman dan kusam. Peristiwa ini anda akan temukan pada peralatan dapur yang terbuat dari aluminium.

Oksidasi raksa (Hg)



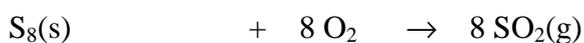
Logam cair raksa (Hg) berwarna putih keabuan jika terbakar akan membentuk padatan merah HgO. Hati-hati dengan logam Hg karena mudah menguap dan beracun. Jika termometer raksa pecah, logam Hg akan pecah menjadi butiran cairan yang sukar ditangkap. Taburkanlah serbuk belerang pada butiran cairan tersebut sehingga bereaksi membentuk endapan HgS yang jinak.

Oksidasi hidrogen (H_2)



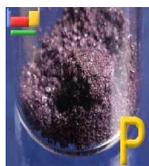
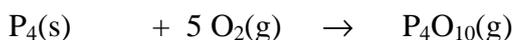
Gas hidrogen tak berwarna dan oksigen tak berwarna jika direaksikan dalam alat (eudiometer) yang memberikan percikan listrik akan membentuk air berujud gas. Keberadaan air dapat diidentifikasi dengan kertas kobalt yang menunjukkan warna merah. Kertas kobalt dibuat dengan cara melarutkan kristal $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air memebentuk larutan berwarna merah. Celupkan kertas saring ke dalam larutan kobalt sehingga kertas saring berwarna merah. Kertas saring berwarna merah dikeringkan di terik matahari atau pada api kecil (hati-hati kertas jangan sampai terbakar) sampai kertas saring menjadi warna biru. Kertas saring berwarna biru itulah dinamakan kertas kobalt.

Oksidasi belerang (S_8)



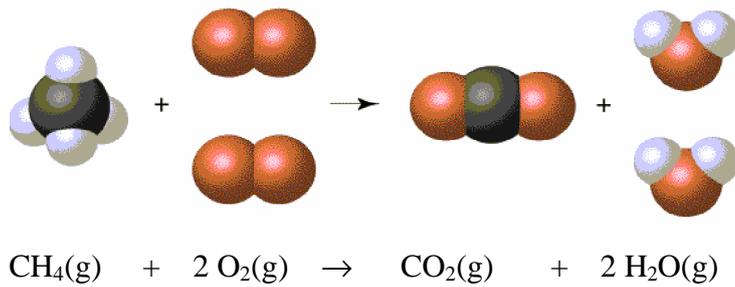
Padatan belerang berwarna kuning (S_8) ketika terbakar pada suhu tinggi akan membentuk gas SO_2 berwarna kuning.

Oksidasi fosfor (P_4)



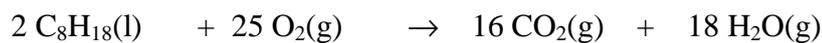
Pembakaran padatan fosfor merah (P_4) akan menghasilkan gas P_4O_{10} yang bersifat racun. Fosfor putih lebih reaktif dari fosfor merah, kontak dengan udara pada suhu kamar dengan spontan terbakar menjadi padatan P_4O_{10} . Untuk mengamankan fosfor dilakukan dengan cara menyimpannya dalam air.

Oksidasi gas metana (CH_4)



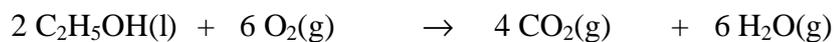
Pembakaran sempurna gas metana (CH_4) akan menghasilkan gas karbondioksida, CO_2 dan air berujud gas. Jika pembakaran tidak sempurna yaitu jumlah oksigennya tidak cukup, maka hasil yang diperoleh berupa gas karbonmonoksida, CO dan air berujud gas. Gas metana merupakan gas alam paling banyak dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar di rumah tangga.

Oksidasi bensin (C_8H_{18})



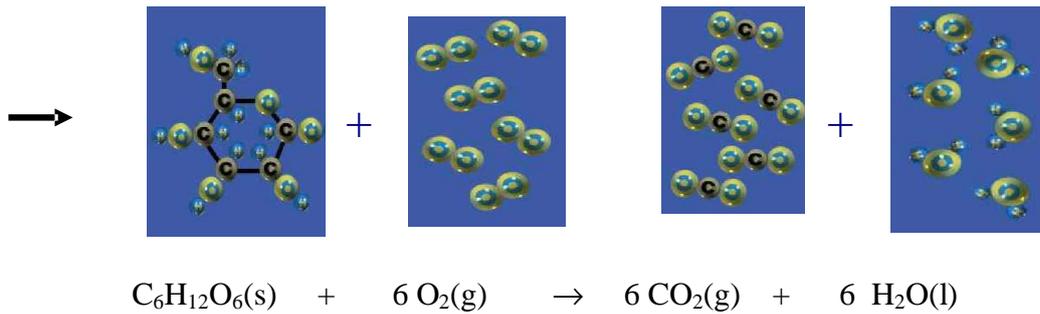
Pembakaran bensin sempurna akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas karbonmonoksida (CO). Bensin merupakan campuran beberapa senyawa hidrokarbon dengan komposisi paling tinggi adalah iso-oktana (C_8H_{18}).

Oksidasi alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)



Pembakaran alkohol sempurna akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas karbonmonoksida (CO). Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) merupakan salah satu jenis alkohol yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, pelarut ataupun untuk pembersih peralatan kedokteran.

Oksidasi karbohidrat $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



Pembakaran karbohidrat merupakan pembakaran biologis yang menghasilkan gas karbondioksida. Proses ini lebih dikenal sebagai proses respirasi (pernapasan) yang merupakan kebalikan dari proses fotosintesis.

Perlu diingat bahwa reaksi reduksi dan oksidasi tidak dapat berlangsung sendiri-sendiri melainkan harus berbarengan. Pada contoh reaksi antara Fe_2O_3 dengan C, sebenarnya yang mengalami reaksi reduksi adalah Fe_2O_3 dengan melepaskan oksigen terhadap C, demikian pada saat bersamaan berlangsung pula reaksi oksidasi C yaitu mengikat oksigen oleh C.

Demikian pula pada penjelasan reaksi oksidasi antara Fe dengan O_2 , sebenarnya dalam reaksi tersebut berlangsung reaksi oksidasi reduksi. Reaksi oksidasi terjadi pada Fe karena mengikat oksigen, pada saat itu pula terjadi reaksi reduksi pada O_2 karena pengurangan oksigen akibat diikat Fe.

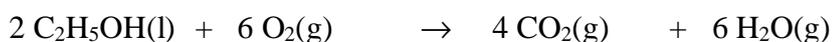
Di samping konsep reaksi reduksi oksidasi didasarkan atas pelepasan dan pengikatan oksigen. Konsep reduksi oksidasi juga dinyatakan terhadap keterlibatan hidrogen. Menurut pandangan ini, reaksi reduksi diartikan sebagai reaksi pengikatan hidrogen, sedangkan reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi pelepasan hidrogen.

Misalnya pada pembakaran gas metana seperti persamaan reaksi berikut,



CH_4 mengalami proses oksidasi karena melepaskan hidrogen terhadap O_2 , sebaliknya O_2 mengalami reaksi reduksi karena menerima hidrogen dari CH_4 .

Hal sama terjadi pada pembakaran alkohol,



Etanol (C_2H_5OH) mengalami reaksi oksidasi dengan melepaskan hidrogennya, dan O_2 mengalami reaksi reduksi dengan menerima hidrogen dari etanol.

Senyawa seperti Fe_2O_3 , MgO , Al_2O_3 , HgO , H_2O , SO_2 , P_4O_{10} , CO_2 dan CO disebut *oksida* yaitu senyawa yang terbentuk hasil penggabungan suatu unsur dengan oksigen. Oksida-oksida Fe_2O_3 , MgO , Al_2O_3 , HgO karena unsur yang mengikat oksigen merupakan unsur logam, maka oksida-oksida ini secara khusus disebut *oksida logam*. Begitu pula untuk oksida-oksida H_2O , SO_2 , P_4O_{10} , CO_2 dan CO secara khusus disebut *oksida bukan logam*.

Ditinjau dari valensi (bilangan oksidasi) unsur yang mengikat oksigen, oksida-oksida yang telah dikemukakan dikategorikan sebagai *oksida normal*. Contoh oksida normal lainnya adalah oksida logam alkali yaitu Li_2O , Na_2O , K_2O , dengan masing-masing bilangan oksidasi Li, Na, dan K adalah +1. Oksida normal logam alkali tanah adalah MgO , CaO , dan BaO dengan bilangan oksidasi dari Mg, Ca, dan Ba masing-masing +2.

Fakta yang terjadi menunjukkan bahwa logam-logam sangat reaktif seperti Na, K, Ca, Ba, dan Sr di samping dapat membentuk oksida normalnya dapat pula membentuk jenis oksida baru yang dikenal dengan nama *peroksida* dan *superoksida*.

Peroksida merupakan oksida yang kelebihan satu atom oksigen dari oksida normalnya, misalnya H_2O_2 , Na_2O_2 , K_2O_2 , BaO_2 dan SrO_2 . Superoksida adalah oksida yang kelebihan satu atom oksigen dari peroksidanya, misalnya KO_2 . Superoksida KO_2 banyak dipakai sebagai bahan pengisi masker penyelam, karena dapat menghasilkan oksigen ketika menerima karbondioksida hasil pernapasan.

c. Rangkuman 1

- Reaksi kimia meliputi reaksi pembentukan, reaksi penguraian, reaksi metatesis, reaksi pengendapan, reaksi menghasilkan gas, reaksi pembakaran, reaksi asam basa, reaksi netralisasi, reaksi reversibel, reaksi ionisasi dan reaksi redoks.
- Reaksi redoks yang melibatkan oksigen mendefinisikan bahwa reaksi reduksi merupakan reaksi pelepasan oksigen dari suatu senyawa, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu zat.
- Reaksi reduksi dan oksidasi selalu berlangsung bersamaan. Reaksi reduksi banyak terjadi pada proses penguraian oksida, klorat dan perklorat, sedangkan reaksi oksidasi terjadi sebagai reaksi pembakaran.

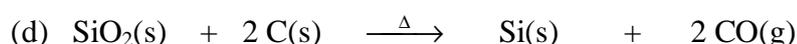
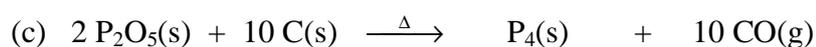
- Reaksi redoks yang melibatkan hidrogen menefinisikan bahwa reaksi reduksi merupakan reaksi pengikatan hidrogen oleh suatu zat, sedangkan reaksi oksidasi merupakan reaksi pelepasan hidrogen dari suatu senyawa.
- Senyawa yang terbentuk dari gabungan suatu unsur dengan oksigen disebut oksida. Menurut jenis unsur yang berikatan dengan oksigen dikenal dua jenis oksida yaitu oksida logam dan oksida bukan logam. Berdasarkan kereaktifan unsur dikenal oksida normal, peroksida, dan superoksida. Peroksida adalah oksida yang kelebihan satu oksigen dari oksida normalnya, sedangkan superoksida adalah oksida yang kelebihan satu oksigen dari peroksidanya.

d. Tugas 1

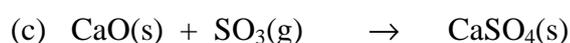
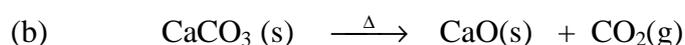
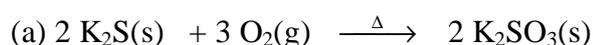
- Pelajari penuntun praktikum tentang reaksi reduksi oksidasi berdasarkan keterlibatan oksigen dan hidrogen.
- Siapkan peralatan dan bahan kimia yang diperlukan dalam praktikum reaksi redoks berdasarkan oksigen dan hidrogen

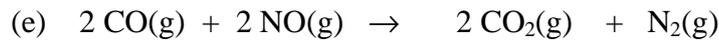
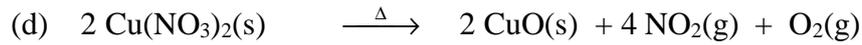
e. Tes formatif 1

1. Identifikasi manakah zat yang mengalami reduksi dan mana yang mengalami oksidasi dari masing-masing persamaan reaksi berikut :

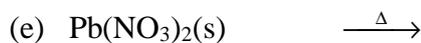
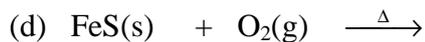


2. Identifikasi mana yang termasuk reaksi redoks dan mana yang bukan ! Berikan alasan !





3. Lengkapi persamaan reaksi redoks berikut :



f. Kunci jawaban formatif 1

1. Reaksi reduksi Reaksi oksidasi

(a) Cr_2O_3 Al

(b) CuO H_2

(c) P_2O_5 C

(d) SiO_2 C

(e) MnO_2 Al

2. (a) Ya, reaksi redoks

(b) Bukan reaksi redoks

(c) Bukan reaksi redoks

(d) Ya, reaksi redoks

(e) Ya, reaksi redoks

3. (a) Hasil reaksi : $\text{MgO} + \text{Pb}$ (tanda fasa/ujud dan koefisien reaksi diselesaikan sendiri)

(b) Hasil reaksi : $\text{SeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (tanda fasa/ujud dan koefisien reaksi diselesaikan sendiri)

(c) Hasil reaksi : $\text{K} + \text{O}_2$ (tanda fasa/ujud dan koefisien reaksi diselesaikan sendiri)

- (d) Hasil reaksi : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ (tanda fasa/ujud dan koefisien reaksi diselesaikan sendiri)
- (e) Hasil reaksi : $\text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ (tanda fasa/ujud dan koefisien reaksi diselesaikan sendiri)

g. Lembar kerja 1

Percobaan 1

- Bagi kelas menjadi 7 kelompok, masing-masing kelompok mengerjakan percobaan yang berbeda
- Tiap kelompok harus menyampaikan hasil percobaannya ke kelompok lain melalui presentasi singkat dan diskusi

Kelompok 1

1. Ambil logam natrium sebesar biji kacang hijau, masukkan ke dalam labu erlenmeyer yang telah dilengkapi dengan tutup gabus/karet yang berlubang satu untuk selang. Alirkan gas oksigen pada erlenmeyer yang berisi logam natrium. Hati-hati logam Natrium jangan sampai terkena kulit atau air. Amati dan catat perubahan yang terjadi.
2. Ulangi percobaan tadi dengan mengganti logam natrium dengan serbuk besi. Gas oksigen dapat dibuat dengan cara memanaskan KClO_3 dengan katalis MnO_2 . Amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi ujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 2

1. Ambil logam natrium sebesar biji kacang hijau, kemudian simpan di atas cawan petri yang tidak mengandung air. Biarkan beberapa saat, amati dan catat perubahan yang terjadi.
2. Taburkan serbuk besi ke dalam gelas ukur 50 mL yang telah dibasahi bagian dalamnya dengan air. Pasangkan klem 3 jari pada statip, jepit gelas ukur yang telah berisi serbuk besi dengan posisi terbalik dan masukkan ke dalam gelas kimia yang berisi air, beri tanda volume air yang masuk ke dalam gelas ukur dengan menggunakan spidol. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 3

1. Ambillah 15 cm pita magnesium, yang telah diampelas bersih, lalu lipat menjadi 4 bagian. Jepit dengan menggunakan tang krus, kemudian dibakar. Amati dan catat apa yang terjadi.
2. Masukkan 2 mL bensin ke dalam tabung berpipa samping kemudian dibakar. Setelah dibakar segera tutup mulut tabung dan alirkan gasnya ke dalam labu erlenmeyer yang berisi air kapur. Setelah selesai ulangi lagi hal yang sama dan alirkan gasnya ke dalam labu erlenmeyer yang berisi CuSO_4 anhidrat. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi ujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 4

Ambillah pita magnesium kira-kira 15 cm, kemudian ampelas sampai bersih. Gantungkan pita magnesium pada tutup erlenmeyer yang telah berisi air sebanyak 100 mL, lalu panaskan sampai mendidih dan biarkan airnya sampai habis. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi ujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 5

Masukkan serbuk KClO_3 sebanyak 4 spatula ke dalam tabung berpipa samping, tambahkan 1/8 spatula MnO_2 , tutup mulut tabung dengan kayu gabus. Panaskan tabung tersebut hingga KClO_3 dalam tabung mendidih. Dekatkan lidi yang membara pada mulut tabung, amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi ujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 6

Masukkan serbuk BaO_2 sebanyak 2 spatula ke dalam tabung, tutup mulut tabung dengan kayu gabus. Panaskan tabung tersebut hingga BaO_2 dalam tabung berubah. Dekatkan lidi yang membara pada mulut tabung, amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi ujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

Kelompok 7

Masukkan 3 mL H_2O_2 3 Molar ke dalam tabung reaksi tambahkan MnO_2 sebanyak 1/8 spatula, tutup mulut tabung dengan kayu gabus selama 3 menit. Dekatkan lidi yang membara pada mulut tabung, amati dan catat perubahan yang terjadi.

- Identifikasi wujud dan warna dari reaktan dan hasil reaksi
- Tuliskan persamaan reaksinya
- Informasikan hasil yang anda peroleh pada kelompok lain

2. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2

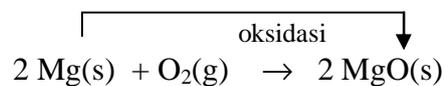
Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan pengertian oksidasi dan reduksi dengan melibatkan elektron
- Menganalisis reaksi redoks yang melibatkan elektron
- Menjelaskan konsep bilangan oksidasi
- Mengeksperimenkan reaksi redoks yang melibatkan elektron
- Menghitung spesi yang terlibat dalam reaksi redoks yang melibatkan elektron
- Menentukan bilangan oksidasi suatu unsur dalam senyawa
- Berpartisipasi dalam menunjukkan reaksi redoks yang melibatkan elektron dan bilangan oksidasi dengan sungguh-sungguh, cermat, dan hati-hati

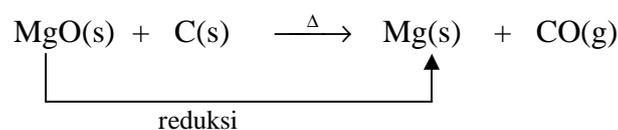
b. Uraian materi 2

Reaksi Redoks berdasarkan keterlibatan elektron dan bilangan oksidasi

Seperti telah dikemukakan pada pembahasan sebelumnya, pada awalnya istilah reaksi oksidasi digunakan untuk menggambarkan reaksi diantara suatu unsur dengan oksigen. Misalnya reaksi diantara logam magnesium dan oksigen membentuk magnesium oksida, pada reaksi ini magnesium mengalami proses oksidasi.



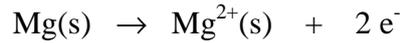
Demikian pula pada reaksi diantara magnesium oksida dengan karbon pada suhu 2000 °C akan membentuk logam magnesium dan karbonmonoksida yang merupakan contoh terjadinya reaksi reduksi magnesium oksida menjadi logam magnesium.



Setelah adanya penemuan elektron para ahli kimia meyakini bahwa reaksi reduksi oksidasi terjadi karena adanya perpindahan (*transfer*) elektron dari satu atom ke atom lain. Berdasarkan pemikiran ini, maka reaksi diantara magnesium dan oksigen ditulis sebagai berikut,

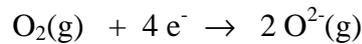


Pada reaksi ini setiap atom magnesium melepaskan dua elektron membentuk ion Mg^{2+} ,



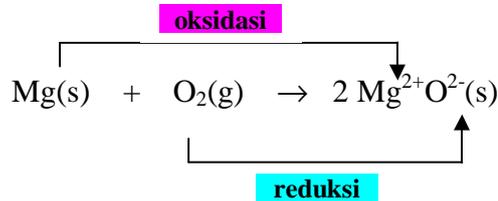
Konfigurasi elektron : 2-8-2 2-8

dan setiap molekul O_2 menerima empat elektron membentuk ion O^{2-} ,

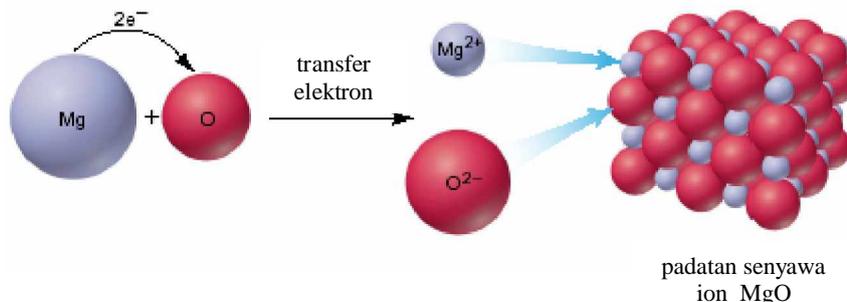


Konfigurasi elektron : 2-6 2-8

Karena elektron tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan dalam reaksi kimia, maka oksidasi dan reduksi harus bergabung. Tidak mungkin reaksi oksidasi berlangsung tanpa adanya reaksi reduksi, sehingga persamaan reaksi ditunjukkan sebagai berikut,



Gambar-2 berikut memperlihatkan pembentukan senyawa ion MgO yang telah diungkapkan di atas,



Gambar-2 Pembentukan senyawa ion

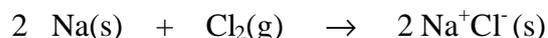
Di dalam pembentukan senyawa ion MgO, semula magnesium yang bernomor atom 12 ($_{12}\text{Mg}$) memiliki konfigurasi elektron 2-8-2 (pada kulit elektron K = 2 elektron, pada kulit L = 8 elektron, dan pada kulit M = 2 elektron), untuk mencapai kestabilan konfigurasi elektron gas mulia ($_{10}\text{Ne}$), maka Mg harus melepaskan dua elektron terhadap O_2 membentuk Mg^{2+} dengan konfigurasi elektron 2-8. Demikian ukuran atom Mg lebih besar daripada ion Mg^{2+} . Sebaliknya untuk atom oksigen (selalu dituliskan berupa molekul O_2) awalnya memiliki konfigurasi elektron 2-6 karena oksigen bernomor atom 8, maka untuk mencapai kestabilan konfigurasi gas mulia ($_{10}\text{Ne}$) setiap atom oksigen harus menerima dua elektron dalam contoh ini dari magnesium sehingga membentuk konfigurasi elektron 2-8. Demikian atom oksigen ukurannya lebih kecil daripada ion oksigen (O^{2-}). Perlu diingat bahwa ukuran atom akan menjadi kecil jika melepaskan elektron, dan akan menjadi besar jika menerima elektron). Di samping itu jumlah elektron yang harus dilepas atau diterima oleh suatu atom ditentukan oleh jumlah elektron yang dilibatkan untuk pencapaian kestabilan konfigurasi elektron gas mulia.

Berdasarkan terjadinya transfer elektron di dalam reaksi redoks, maka ditegaskan bahwa :

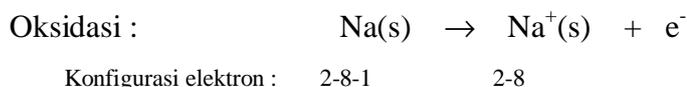
Oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron, dan reduksi adalah reaksi penerimaan elektron

Contoh reaksi redoks pada pembentukan NaCl

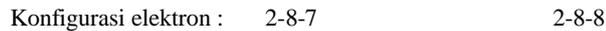
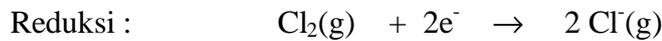
Padatan ion natrium klorida (NaCl) merupakan hasil reaksi diantara logam natrium (Na) dan gas klor (Cl_2) yang dinyatakan dengan persamaan reaksi,



Oksidasi cenderung terjadi pada atom logam, sehingga pada reaksi ini yang mengalami oksidasi adalah natrium dengan melepaskan satu elektron (nomor atom $\text{Na} = 11$),



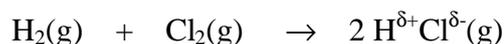
Sebaliknya reduksi cenderung terjadi pada atom bukan logam, pada reaksi ini atom yang mengalami reduksi adalah klor dengan setiap atomnya menerima satu elektron (nomor atom Cl = 17),



Reaksi redoks tidak lain merupakan penggabungan dari reaksi oksidasi dan reduksi, dimana jumlah elektron yang dilepaskan pada oksidasi harus sama dengan jumlah elektron yang diterima pada reaksi reduksi, sehingga pembentukan NaCl dinyatakan dengan,



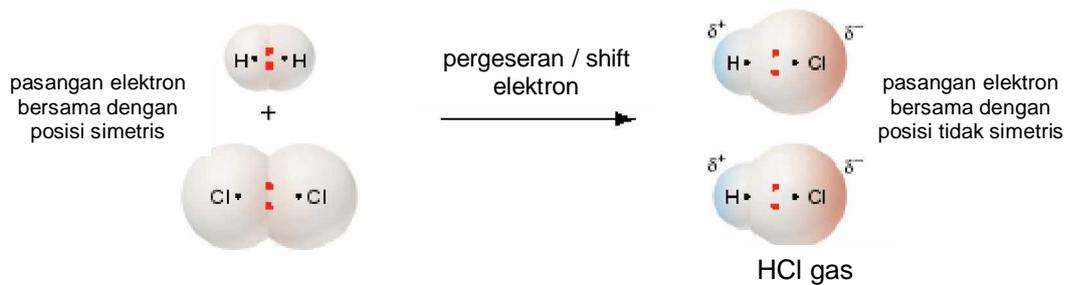
Reaksi redoks yang melibatkan perpindahan elektron hanyalah terjadi pada pembentukan senyawa ion. Perkembangan berikutnya para ahli kimia menemukan lagi reaksi redoks yang terjadi pada pembentukan senyawa kovalen seperti pada pembentukan gas hidrogen klorida (HCl) berikut,



Pada pembentukan gas HCl terjadi reaksi redoks yang diakibatkan pergeseran (*shift*) elektron, berbeda dengan reaksi redoks pada pembentukan padatan MgO yang diakibatkan perpindahan eletron.

Pada Gambar-3 ditunjukkan, molekul H₂ dan Cl₂ keduanya memiliki ikatan kovalen dengan masing-masing memiliki sepasang elektron yang dipakai bersama (*shared electron pair = noktah merah*) yang posisinya simetris diantara kedua intinya. Molekul H₂ tidak mampu melepaskan elektron terhadap Cl₂, demikian juga molekul Cl₂ tidak mampu menerima elektron dari H₂ karena kedua molekul tersebut telah mencapai kestabilan konfigurasi elektron gas mulia. Pembentukan molekul HCl hanyalah terjadi akibat pergeseran pasangan elektron yang dipakai bersama (*noktah merah*), dimana noktah merah pada HCl posisinya tidak simetris. Atom Cl cenderung lebih kuat menarik pasangan elektron bersama sehingga kerap elektron makin tinggi (warna merah sekitar atom Cl),

sebaliknya kerapatan elektron pada atom H makin rendah (warna biru sekitar atom H). Untuk menandai kerapatan elektron tinggi pada Cl diberi tanda delta negatif (δ^-) dan kerapatan elektron rendah pada H diberi tanda delta positif (δ^+). Perlu diingat bahwa molekul HCl dapat dinyatakan sebagai $H^{\delta+}Cl^{\delta-}$ tidak sebagai H^+Cl^- .

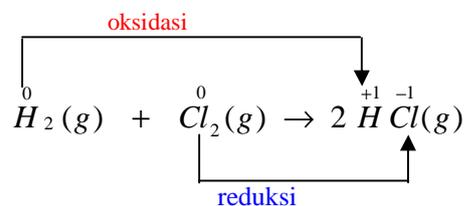


Gambar-3 Pembentukan senyawa kovalen

Untuk menyatakan definisi reaksi oksidasi dan reduksi pada pembentukan senyawa yang melibatkan pergeseran elektron para ahli kimia mengajukan konsep baru yaitu *bilangan oksidasi (akan dibahas kemudian)*. Menurut pandangan ini,

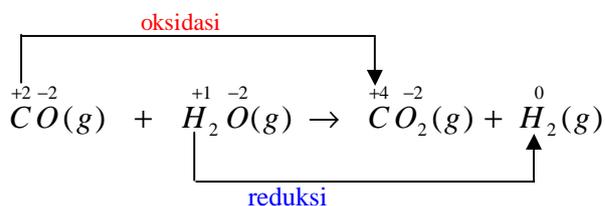
Oksidasi adalah reaksi yang menunjukkan kenaikan bilangan oksidasi, dan reduksi adalah penurunan bilangan oksidasi

Pada reaksi hidrogen dan klor membentuk hidrogen klorida, oksidasi terjadi pada hidrogen (H_2) dengan menaikkan bilangan oksidasi dari nol (0) menjadi plus satu (+1) dalam HCl. Reduksi terjadi pada klor (Cl_2) dengan penurunan bilangan oksidasi dari nol (0) ke minus satu (-1) dalam HCl.



Demikian pada reaksi antara gas karbonmonoksida (CO) dengan uap air, $H_2O(g)$ menghasilkan gas karbondioksida (CO_2) dan gas hidrogen (H_2), oksidasi terjadi pada atom

karbon (C) dengan kenaikan bilangan oksidasi dari +2 menjadi +4, sedangkan reduksi terjadi pada atom H dengan penurunan bilangan oksidasi dari +1 menjadi 0.



Bilangan Oksidasi

Dengan diperkenalkannya konsep bilangan oksidasi banyak reaksi redoks yang dapat diungkapkan, tidak hanya terbatas pada pembentukan senyawa-senyawa ion tetapi juga pada senyawa molekuler (senyawa kovalen). Konsep bilangan oksidasi akhirnya digunakan oleh ahli kimia sebagai alat untuk memonitor muatan elektron yang dilepas atau diterima oleh suatu atom dalam senyawa. Karena dipandang pentingnya konsep bilangan oksidasi tersebut, maka disusunlah aturan penandaan bilangan oksidasi seperti tertera pada Tabel-1 s.d Tabel-4 dengan definisi bahwa bilangan oksidasi tersebut menyatakan bilangan (positif atau negatif) yang menunjukkan muatan suatu atom apabila senyawa yang terbentuk sebagai senyawa ion. Pada senyawa ion MgO, bilangan oksidasi Mg adalah +2 sama dengan jumlah elektron ($2e^-$) yang dilepaskan Mg terhadap O, demikian bilangan oksidasi O adalah -2 sama dengan jumlah elektron ($2e^-$) yang diterima O dari Mg. Pada senyawa kovalen CO_2 , bilangan oksidasi C adalah +4 dan bilangan oksidasi O adalah -2 . Ini bukan berarti bahwa atom karbon melepas empat elektron membentuk C^{4+} dan oksigen menerima dua elektron menjadi O^{2-} , tetapi karbon hanya seolah-olah melepas empat elektron dan oksigen seolah-olah menerima dua elektron. Jadi pelepasan dan penerimaan elektron pada senyawa kovalen bersifat fiktif (*fictitious*).

Tabel-1
Aturan Penandaan Bilangan Oksidasi

ATURAN UMUM	
1. Semua atom dalam bentuk unsur bebas memiliki bilangan oksidasi nol	Misalnya : Na, Mg, Al, H ₂ , O ₂ , P ₄ , S ₈ . Biloks. masing-masing atom = 0
2. Bilangan oksidasi ion monoatom sama dengan muatannya	Misalnya : biloks Na ⁺ = +1 biloks Ca ²⁺ = +2 biloks Cl ⁻ = -1 biloks S ²⁻ = -2
3. Dalam molekul netral, jumlah bilangan oksidasi semua atom penyusunnya adalah nol	Misalnya : biloks H ₂ O = 0 biloks H = +1 biloks O = -2 biloks H ₂ O = (2 x biloks H) + (1 x biloks O) = (2 x +1) + (1 x -2) = 0
4. Jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam ion poliatom sama dengan muatannya	Misalnya : biloks OH ⁻ = -1 biloks H = +1 biloks O = -2 biloks OH ⁻ = (1 x biloks O) + (1 x biloks H) = (1 x -2) + (1 x +1) = - 1
ATURAN KHUSUS	
1. Dalam semua senyawa bilangan oksidasi unsur logam alkali (Gol I A), selalu +1	Misalnya : dalam LiCl, NaCl, KCl, SrCl biloks Li, Na, K, Sr = +1
2. Dalam semua senyawa bilangan oksidasi unsur logam alkali tanah (Gol II A), selalu +2	Misalnya : dalam BeCl ₂ , MgCl ₂ , CaCl ₂ , BaCl ₂ biloks Be, Mg, Ca, Ba = +2
3. Bilangan oksidasi hidrogen adalah +1 jika berikatan dengan bukan logam, dan -1 bila berikatan dengan logam	Misalnya : biloks H dalam HCl, H ₂ O = +1 biloks H dalam NaH, CaH ₂ = -1
4. Bilangan oksidasi oksigen dalam kebanyakan senyawa adalah -2 kecuali dengan F, dan dalam peroksida -1	Misalnya : biloks O dalam H ₂ O, CO ₂ = -2 biloks O dalam H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂ , BaO ₂ = -1
5. Bilangan oksidasi fluor (F) adalah -1 dalam semua senyawa	Misalnya : biloks F dalam NaF, CaF ₂ = -1
6. Bilangan oksidasi halogen (Cl, Br, I = Gol VII A) adalah -1 jika berikatan dengan logam, bukan logam (kecuali O), dan halogen lain lebih rendah dalam golongannya	Misalnya : biloks Cl dalam NaCl = -1 biloks Br dalam KBr = -1 biloks Cl dalam PCl ₃ = -1 biloks Cl dalam Cl ₂ O = +1 biloks Cl dalam ICl = -1
7. Bilangan oksidasi aluminium (Al) adalah +3	Misalnya : biloks Al dalam AlCl ₃ = +3

Tabel-2
 Bilangan Oksidasi Beberapa Ion Monoatom

Bilangan oksidasi Beberapa ion monoatom							
ION	Muatan						
	+1	+2	+3	+4	0	-1	-2
Aluminium (Al)			X				
Argon (Ar)					X		
Barium (Ba)		X					
Bromida (Br)						X	
Cesium (Cs)	X						
Fluoride (F)						X	
Hidride (H)						X	
Hidrogen (H)	X						
Iodide (I)						X	
Kadmium (Cd)		X					
Kalium (K)	X						
Kalsium (Ca)		X					
Klorida (Cl)						X	
Litium (Li)	X						
Magnesium (Mg)		X					
Natrium (Na)	X						
Neon (Ne)					X		
Oksida (O)							X
Perak (Ag)	X						
Seng (Zn)		X					
Stronsium (Sr)		X					
Sulfida (S)							X

Tabel-3
 Macam-macam Bilangan Oksidasi Ion Logam

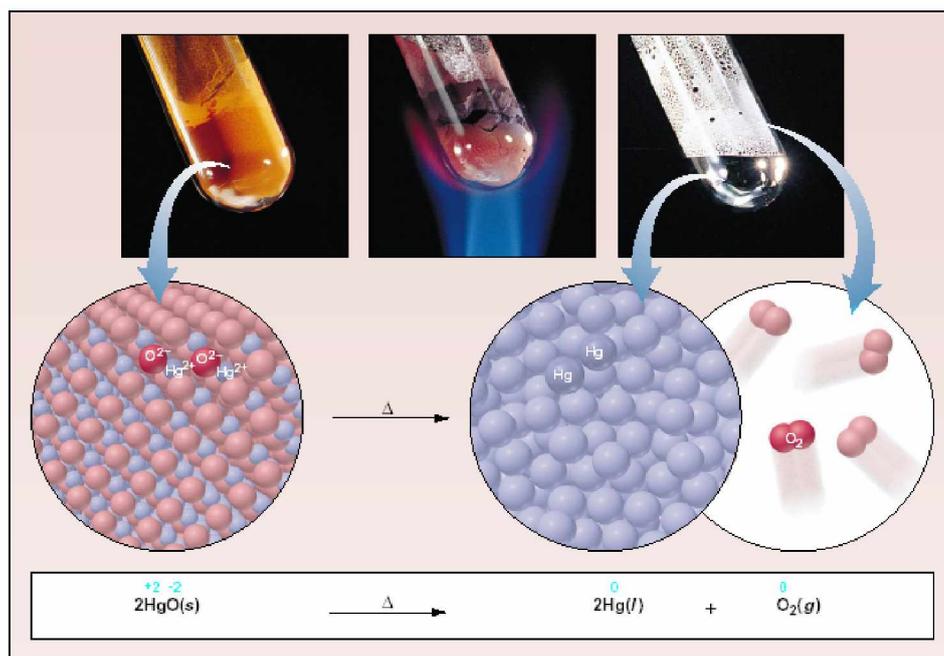
Macam-macam Bilangan Oksidasi Logam				
ION	Muatan			
	+1	+2	+3	+4
Besi (III)			X	
Besi(II)		X		
Kobalt(II)		X		
Kromium(III)			X	
Mangan (II)		X		
Merkuri (II)		X		
Nikel(II)		X		
Tembaga (I)	X			
Tembaga(II)		X		
Timah (II)		X		
Timbal (II)		X		
Timbal (IV)				X

Tabel-4
Bilangan Oksidasi Ion Poliatom

Bilangan Oksidasi Ion Poliatom					
ION	Muatan				
	+1	+2	-1	-2	-3
Amonium (NH_4^+)	X				
Asetat, (CH_3COO^-)			X		
Dikromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)				X	
Fosfat (PO_4^{3-})					X
Hidroksida (OH^-)			X		
Hipoklorit (ClO^-)			X		
Iodat (IO_3^-)			X		
Karbonat (CO_3^{2-})				X	
Klorat (ClO_3^-)			X		
Kromat (CrO_4^{2-})				X	
Nitrat (NO_3^-)			X		
Nitrit (NO_2^-)			X		
Oksalat ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)				X	
Perklorat (ClO_4^-)			X		
Permanganat (MnO_4^-)			X		
Peroksida (O_2^{2-})				X	
Sianida (CN^-)			X		
Silikat (SiO_3^{2-})				X	
Sulfat (SO_4^{2-})				X	
Sulfit (SO_3^{2-})				X	
Tartrat ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$)				X	
Tetraborat ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$)				X	
Tiosulfat ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)				X	

Analisis Reaksi Redoks pada Penguraian HgO

Penguraian HgO menjadi Hg dan O₂ sulit dijelaskan berdasarkan pelepasan dan penerimaan oksigen. Seolah-olah reaksi ini hanya berjalan reaksi reduksi saja. Penjelasan reaksi redoks transfer elektron pada penguraian HgO kurang begitu jelas dibandingkan pembentukan HgO dari Hg dan O₂. Dengan menggunakan perubahan bilangan oksidasi dengan jelas reaksi tersebut menunjukkan reaksi redoks. Gambar-4 menunjukkan pada awalnya HgO yang berwarna merah mengandung Hg dengan bilangan oksidasi +2 dan O dengan bilangan oksidasi -2. Faktanya menunjukkan bahwa setelah pemanasan berlangsung terbentuk zat baru berupa logam Hg berwarna putih keabuan. Hal ini menyatakan bahwa Hg mengalami perubahan bilangan oksidasi menjadi nol. Jadi pada penguraian HgO berlangsung reaksi redoks, reduksi terjadi pada Hg dengan penurunan bilangan oksidasi dari +2 ke 0, sedangkan oksidasi terjadi pada atom oksigen dengan kenaikan bilangan oksidasi dari -2 ke 0.



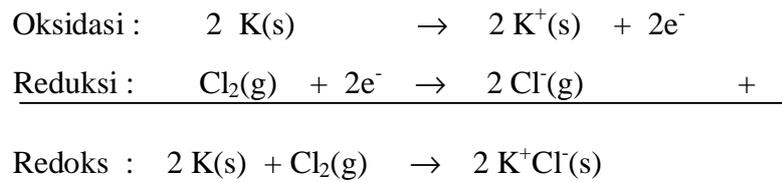
Gambar-4 Reaksi Redoks pada Penguraian HgO

Analisis Reaksi Redoks pada Pembentukan KCl

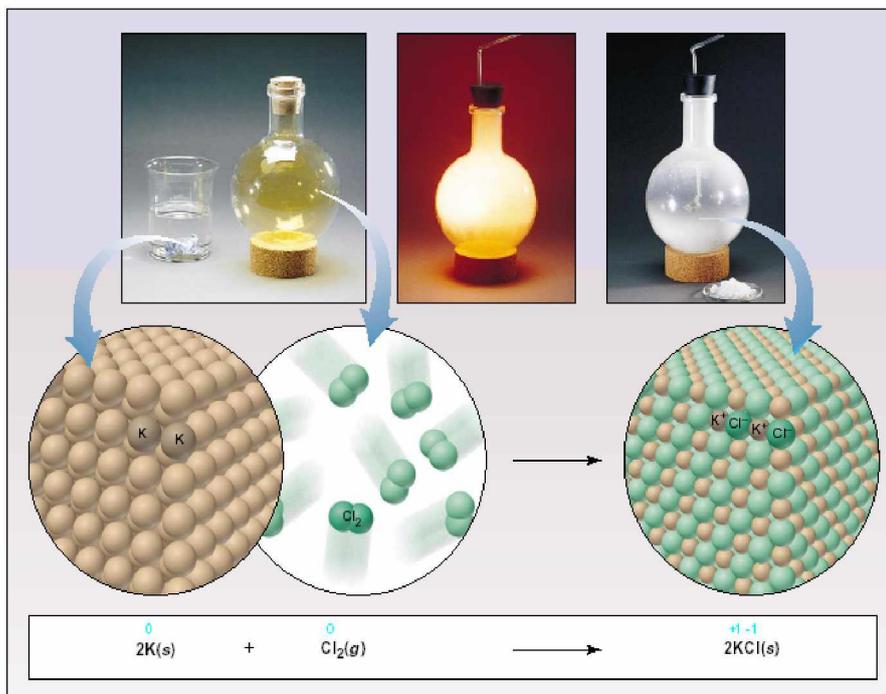
Gambar-5 memperlihatkan hasil eksperimen antara logam kalium berwarna keabuan dengan gas klor berwarna kuning kehijauan. Hasil reaksi yang diperoleh adalah kalium klorida (KCl) merupakan padatan berwarna putih.

Konsep reaksi redoks dengan melibatkan oksigen dan hidrogen tidak dapat menjelaskan fenomena pembentukan KCl(s) dari K(s) dengan $\text{Cl}_2(\text{g})$. Namun jika pembentukan KCl ini ditinjau dari konsep redoks transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi, dengan jelas pembentukan KCl ini termasuk reaksi redoks.

Pembentukan KCl menurut reaksi redoks transfer elektron diungkapkan sebagai berikut :

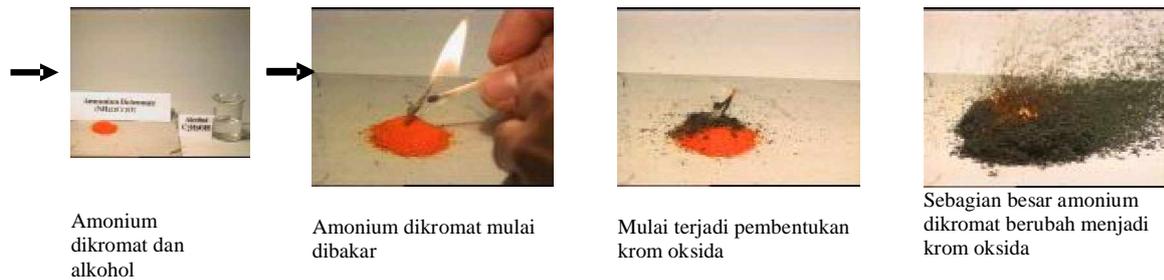


Pembentukan KCl menurut perubahan bilangan oksidasi ditunjukkan oleh persamaan reaksi pada bagian bawah Gambar-5. Reaksi oksidasi berlangsung pada atom kalium (K) dengan kenaikan bilangan oksidasi dari 0 ke +1, sedangkan reaksi reduksi berlangsung pada atom klor (Cl) dengan penurunan bilangan oksidasi dari 0 menjadi -1.



Gambar-5 Reaksi Redoks pada Pembentukan KCl

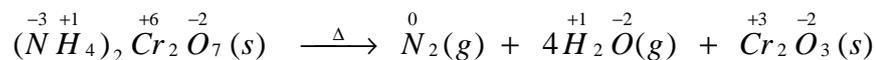
Analisis Reaksi Redoks pada Penguraian $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Gambar-5 Reaksi Redoks pada Penguraian $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

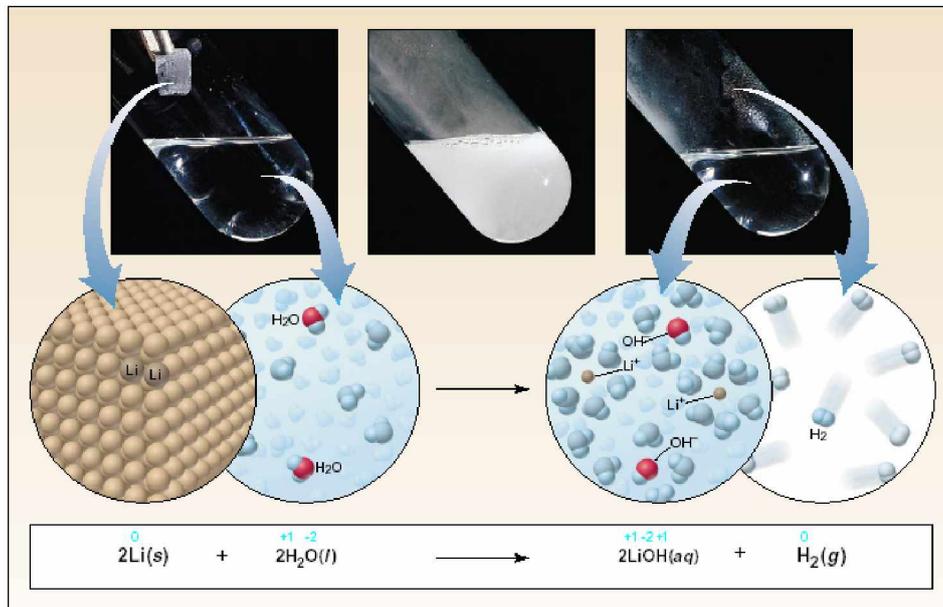
Gambar-5 memperlihatkan serentetan pembakaran amonium dikromat. Nyala api dari batang korek api yang sebelumnya dicelupkan ke dalam alkohol digunakan sebagai energi pemicu agar amonium dikromat cepat mengurai. Setelah titik bakarnya dicapai, pada tahap ke dua akan terjadi hamburan api yang kuat bagaikan semburan api pada gunung berapi, karena itu reaksi ini sering disebut “ammonium dichromate volcano” (Hati-hati melakukan percobaan ini. Pada tahap ketiga, sedikit demi sedikit amonium dikromat berubah menjadi krom oksida (Cr_2O_3), yaitu padatan berwarna hijau yang berhamburan bagaikan carikan kertas. Pada tahan ke empat menunjukkan sebagian besar amonium dikromat berubah menjadi krom oksida.

Persamaan reaksi lengkap dengan bilangan oksidasi masing-masing unsur pada penguraian amonium dikromat dinyatakan sebagai berikut.



Dengan memperhatikan bilangan oksidasi setiap unsur, reaksi oksidasi terjadi pada unsur nitrogen (N) dengan kenaikan bilangan oksidasi dari -3 ke 0 , sedangkan reaksi reduksi terjadi pada unsur krom (Cr) dengan penurunan bilangan oksidasi dari $+6$ ke $+3$.

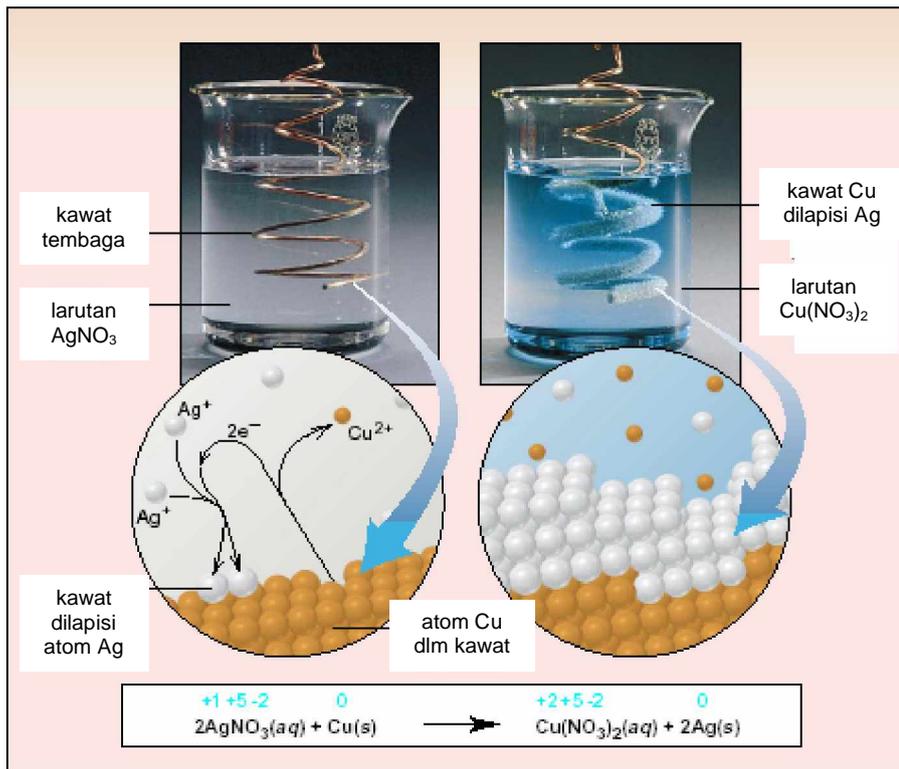
Analisis Reaksi Redoks pada Reaksi Li dan H_2O



Gambar-6 Reaksi Redoks pada Reaksi Li dan H₂O

Gambar-6 memperlihatkan reaksi antara logam litium (Li) dengan air (H₂O) menghasilkan litium hidroksida Li(OH) dan gas hidrogen H₂. Pada persamaan reaksi yang tertera di bagian bawah Gambar-6 ditunjukkan bahwa reaksi tersebut termasuk reaksi redoks, reaksi oksidasi berlangsung pada litium (Li) dengan kenaikan bilangan oksidasi dari 0 menjadi +1, sedangkan reaksi reduksi terjadi pada hidrogen (H) dengan penurunan bilangan oksidasi dari +1 menjadi 0.

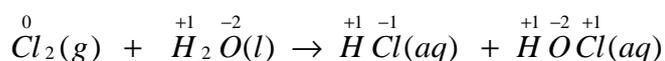
Analisis Reaksi Redoks pada Reaksi Pendesakan Logam Perak (Ag) oleh tembaga (Cu)



Gambar-7 Reaksi Redoks pada Pendesakan Ag oleh Cu

Gambar-7 memperlihatkan kawat tembaga (Cu) yang dicelupkan ke dalam larutan perak nitrat (AgNO₃). Jika anda perhatikan lagi deret kereaktifan logam akan ditemukan bahwa logam Cu lebih aktif daripada logam Ag. Atas dasar kereaktifannya, maka atom tembaga yang terdapat pada larutan AgNO₃ dapat didesak oleh Cu, sehingga ion perak dalam AgNO₃ berubah menjadi logam perak yang melapisi kawat tembaga. Reaksi pendesakan logam perak oleh tembaga tidak lain termasuk reaksi redoks. Dengan memperhatikan bilangan oksidasi tiap unsur pada persamaan reaksi bagian bawah Gambar-7 tertunjukkan bahwa reaksi reduksi berlangsung pada Ag dengan penurunan bilangan oksidasi dari +1 ke 0, dan reaksi oksidasi berlangsung pada Cu dengan kenaikan bilangan oksidasi dari 0 ke +1.

Sekarang kita perhatikan reaksi diantara gas klor (Cl₂) ketika dialirkan ke dalam air membentuk air klor menurut persamaan,



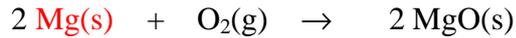
Reaksi oksidasi terjadi pada Cl_2 menjadi asam hipoklorit (HOCl), dimana atom Cl mengalami kenaikan bilangan oksidasi dari 0 menjadi +1. Begitu pula reaksi reduksi terjadi pada Cl_2 berubah menjadi asam klorida (HCl) dengan penurunan bilangan oksidasi atom Cl dari 0 menjadi -1. Pada reaksi ini unsur yang mengalami oksidasi maupun reduksi adalah terjadi pada unsur Cl. Reaksi redoks yang menunjukkan reaksi oksidasi maupun reduksi terjadi pada unsur yang sama dinamakan *reaksi autoreduksi* atau *reaksi disproportionasi*.

Demikian keunggulan konsep bilangan oksidasi tidak hanya dapat meramalkan reaksi redoks pada senyawa ion, tetapi juga untuk senyawa-senyawa molekuler (kovalen). Berikut ini disajikan beberapa reaksi redoks yang telah dilengkapi dengan bilangan oksidasi untuk setiap atomnya. Anda diharapkan mencermati reaksi-reaksi tersebut serta mengidentifikasi atom yang mengalami oksidasi dan yang mengalami reduksi.

$\begin{array}{c} +5 \\ \\ +1 \quad \quad -2 \\ \quad \\ 2\text{KClO}_3(s) \end{array} \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{c} -1 \\ \\ +1 \quad \\ \\ 2\text{KCl}(s) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ 3\text{O}_2(g) \end{array}$	$\begin{array}{c} 0 \\ \\ 2\text{Al}(s) \end{array} + \begin{array}{c} +6 \\ \\ +1 \quad \quad -2 \\ \quad \\ 3\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +6 \\ \\ +3 \quad \quad -2 \\ \quad \\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ 3\text{H}_2(g) \end{array}$
$\begin{array}{c} -2 \\ \\ +2 \quad \\ \\ \text{PbO}(s) \end{array} + \begin{array}{c} -2 \\ \\ +2 \quad \\ \\ \text{CO}(g) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} 0 \\ \\ \text{Pb}(s) \end{array} + \begin{array}{c} -2 \\ \\ +4 \quad \\ \\ \text{CO}_2(g) \end{array}$	$\begin{array}{c} 0 \\ \\ 2\text{H}_2(g) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ \text{O}_2(g) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +1 \quad -2 \\ \quad \\ 2\text{H}_2\text{O}(g) \end{array}$
$\begin{array}{c} 0 \\ \\ \text{Cu} \end{array} + \begin{array}{c} +5 \\ \\ +1 \quad \quad -2 \\ \quad \\ \text{HNO}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +5 \\ \\ +2 \quad \quad -2 \\ \quad \\ \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \end{array} + \begin{array}{c} -2 \\ \\ +4 \quad \\ \\ \text{NO}_2 \end{array} + \begin{array}{c} +1 \quad -2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} -4 \quad +1 \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{H}_4(g) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ 2\text{O}_2(g) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +4 \quad -2 \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{O}_2(g) \end{array} + \begin{array}{c} +1 \quad -2 \\ \quad \\ 2\text{H}_2\text{O}(g) \end{array}$
$\begin{array}{c} 0 \\ \\ 2\text{Al}(s) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ 3\text{O}_2(g) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +3 \quad -2 \\ \quad \\ \text{Al}_2\text{O}_3(s) \end{array}$	$\begin{array}{c} -3 \quad +1 \quad -1 \quad +1 \quad -2 \quad +1 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ 2\text{C} \quad \text{H}_3 \quad \text{C} \quad \text{H}_2 \quad \text{O} \quad \text{H}(l) \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ \\ 6\text{O}_2(g) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} +4 \quad -2 \\ \quad \\ 4\text{C} \quad \text{O}_2(g) \end{array} + \begin{array}{c} +1 \quad -2 \\ \quad \\ 6\text{H}_2 \quad \text{O}(g) \end{array}$

Oksidator dan Reduktor

Pada bagan ini kita akan menelaah peran dari tiap unsur yang terlibat dalam reaksi redoks. Ketika magnesium direaksikan dengan oksigen, atom magnesium teroksidasi dengan melepaskan elektron terhadap oksigen, sehingga bilangan oksidasinya naik dari 0 ke +2. Karena itu peran magnesium adalah mereduksi oksigen, sehingga magnesium disebut sebagai *reduktor*.



reduktor

Sebaliknya molekul O_2 berperan mengoksidasi Mg, sedangkan O_2 sendiri mengalami reduksi dengan penurunan bilangan oksidasi dari 0 menjadi -2 . Oleh karena itu dalam reaksi ini O_2 berperan sebagai *oksidator*.



oksidator

Dalam pernyataan lain oksidator dan reduktor dapat didefinisikan sebagai berikut :

Oksidator adalah zat penerima elektron dan reduktor adalah zat pelepas elektron

Tabel-5 berikut memperlihatkan oksidator dan reduktor yang terdapat dalam beberapa reaksi redoks.

Tabel-5
Oksidator dan Reduktor pada Berbagai Reaksi

<i>Reaksi</i>	<i>Reduktor</i>	<i>Oksidator</i>
$2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$	Na	Cl_2
$2 \text{K} + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{KH}$	K	H_2
$4 \text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Li}_2\text{O}$	Li	O_2
$2 \text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$	Na	O_2
$2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Na}^+ + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$	Na	H_2O
$2 \text{K} + 2 \text{NH}_3 \rightarrow 2 \text{K}^+ + 2 \text{NH}_2^- + \text{H}_2$	K	NH_3
$2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$	Mg	O_2
$3 \text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$	Mg	N_2
$\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$	Ca	H_2O
$2 \text{Al} + 3 \text{Br}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{Br}_6$	Al	Br_2
$\text{Mg} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$	Mg	H^+
$\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2$	Mg	H_2O

Di dalam reaksi kimia logam-logam berperan sebagai reduktor. Ketika logam tembaga dibakar pada nyala api permukaannya lambat laun menjadi hitam suatu pertanda bahwa tembaga mereduksi oksigen dari udara berubah membentuk tembaga (II) oksida (CuO). Pada contoh ini Cu sebagai reduktor dan O_2 sebagai oksidator.

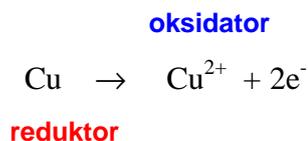


Sebaliknya jika padatan CuO berwarna hitam dipanaskan dan dialirkan padanya gas H₂, lama kelamaan akan terbentuk logam Cu berwarna merah. Maka dalam reaksi ini CuO berperan sebagai oksidator dan gas H₂ sebagai reduktor.

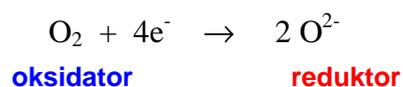


Hal penting yang harus diperhatikan pada kedua reaksi di atas bahwa pada reaksi pertama Cu diubah menjadi CuO ini berarti terjadi perubahan peran dari reduktor (Cu) menjadi oksidator (CuO). Pada reaksi kedua terjadi perubahan dari oksidator (CuO) menjadi reduktor (Cu). Oleh karena itu setiap reduktor selalu memiliki oksidator konjugat atau sebaliknya.

Setiap reduktor melepaskan elektron akan selalu membentuk oksidator yang siap menerima apabila reaksi dibalik.

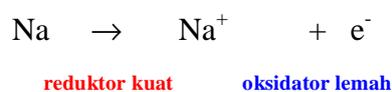


Demikian pula setiap oksidator menerima elektron akan selalu membentuk reduktor yang siap melepaskan elektron pada arah reaksi kebalikannya.

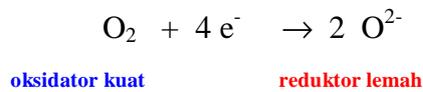


Pasangan oksidator dan reduktor yang terkait dinamakan *konyugat oksidator dan reduktor*.

Semua logam golongan utama (Gol. A) berperan sebagai reduktor, bahkan logam Gol. IA sebagai reduktor kuat. Logam Na sangat mudah melepaskan elektron membentuk Na⁺, sehingga Na dikategorikan sebagai reduktor kuat. Sebaliknya Na⁺ akan sulit menerima, karena itu Na⁺ dikategorikan sebagai oksidator lemah.



Sebaliknya O_2 merupakan oksidator kuat karena dengan mudah menangkap elektron, tetapi O^{2-} sulit melepaskan elektron sehingga termasuk reduktor lemah



Hubungan konyugat oksidator dan reduktor secara umum dinyatakan sebagai berikut.

Setiap reduktor kuat (seperti Na) akan memiliki oksidator konyugat lemah (seperti Na^+). Setiap oksidator kuat (seperti O_2) akan memiliki reduktor konyugat lemah (seperti O^{2-})

c. Rangkuman 2

- Berdasarkan keterlibatan elektron, oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron, sedangkan reduksi adalah reaksi penerimaan elektron.
- Reaksi oksidasi dan reduksi selalu berlangsung secara bersamaan.
- Menurut konsep bilangan oksidasi, oksidasi adalah reaksi yang menunjukkan adanya kenaikan bilangan oksidasi, sedangkan reduksi adalah reaksi yang menunjukkan adanya penurunan bilangan oksidasi.
- Reaksi redoks karena transfer elektron hanya berlangsung pada senyawa ion, sedangkan reaksi redoks karena pergeseran elektron terjadi pada senyawa molekuler (senyawa kovalen).
- Bilangan oksidasi menyatakan bilangan yang menyatakan muatan atom dalam senyawa. Dalam senyawa ion muatan atom bersifat nyata, sedangkan dalam senyawa molekuler bersifat fiktif.
- Reaksi oksidasi dan reduksi yang berlangsung pada suatu unsur dinamakan reaksi autoreduksi atau reaksi disproporsionasi.
- Oksidator adalah zat yang mengalami proses reduksi, sedangkan reduktor adalah zat yang mengalami proses oksidasi.
- Pasangan oksidator dan reduktor yang saling terkait dinamakan konyugat oksidator dan reduktor.

- Suatu zat yang berperan sebagai reduktor kuat maka akan memiliki oksidator konyugat lemah, sebaliknya zat yang berperan sebagai oksidator kuat akan memiliki reduktor konyugat lemah.

d. Tugas 2

- Pelajari penuntun praktikum tentang reaksi reduksi oksidasi berdasarkan keterlibatan elektron dan kenaikan bilangan oksidasi
- Siapkan peralatan dan bahan kimia yang diperlukan dalam praktikum reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi

e. Tes formatif 2

Untuk setiap reaksi berikut :

- Identifikasi atom yang teroksidasi
- Identifikasi atom yang tereduksi
- Identifikasi zat yang berperan sebagai oksidator
- Identifikasi zat yang berperan sebagai reduktor

- $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
- $\text{Fe} + \text{V}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{VO}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{SnCl}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{KOH} + \text{Cr}_2\text{O}_3$
- $\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$

f. Jawaban tes formatif 2

No.	Atom teroksidasi	Atom tereduksi	Oksidator	Reduktor
1	Mg	H	HCl	Mg
2	Fe	V	V_2O_3	Fe
3	N	Mn	KMnO_4	KNO_2
4	Sn	Cr	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	SnCl_2

5	Cl	Mn	KMnO ₄	NaCl
6	S	Cr	K ₂ Cr ₂ O ₇	S
7	C	Cl	KClO ₃	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
8	C	Mn	K ₂ MnO ₄	H ₂ C ₂ O ₄
9	Mn	Bi	NaBiO ₃	Mn(NO ₃) ₂
10	C	Mn	KMnO ₄	H ₂ C ₂ O ₄

g. Lembar kerja 2

Kelompok 1

Buatlah gas klor dengan cara mereaksikan 2 mL H₂SO₄ pekat dengan NaCl sebanyak 5 spatula dan MnO₂ sebanyak 1/4 spatula lalu panaskan. Alirkan gas klor ke dalam labu erlenmeyer yang telah berisi logam Na kemudian tutup dengan rapat. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

1. Tuliskan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok 2

Masukkan 15 tetes larutan yod ke dalam tabung reaksi, masukkan logam Na sebesar biji kacang hijau ke dalam tabung reaksi. Amati dan catat perubahan yang terjadi. (Logam Na jangan sampai terkena air atau kulit)

1. Tuliskan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok 3

Ambillah 1 cm logam Mg yang sudah diampelas, kemudian iris menjadi bagian-bagian yang sangat kecil. Masukkan logam magnesium tadi ke dalam tabung reaksi dan tambahkan larutan brom sebanyak 10 tetes lalu kocok sampai terjadi perubahan. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

1. Tuliskan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !

3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok 4

Ambillah 1 cm logam Mg yang sudah diampelas, kemudian iris menjadi bagian-bagian yang sangat kecil. Masukkan logam magnesium tadi ke dalam tabung reaksi dan tambahkan larutan yod sebanyak 10 tetes lalu kocok sampai terjadi perubahan. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

1. Tuliskan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok 5

Ambillah aluminium foil dengan ukuran panjang 1 cm dan lebar 1 cm, Masukkan aluminium foil tadi ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan klor sebanyak 1 mL, panaskan sampai terjadi perubahan. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

1. Tuliskan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

3. Kegiatan belajar 3

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 3

Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan cara menyetarakan persamaan reaksi redoks
- Menerapkan konsep bilangan oksidasi untuk menyetarakan reaksi redoks
- Mengevaluasi cara penyetaraan reaksi redoks yang efektif
- Mengaplikasikan konsep reduksi oksidasi pada titrasi dan sumber listrik
- Menyetarakan reaksi redoks atas dasar eksperimen yang dilakukan
- Menghitung kuantitas spesi pada reaksi reduksi oksidasi
- Berpartisipasi dalam menghitung kuantitas spesi reaksi reduksi oksidasi secara cermat dan hati-hati

b. Uraian materi 3

Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks

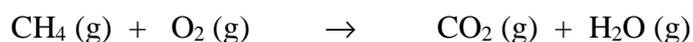
Persamaan reaksi merupakan pernyataan yang mengungkapkan suatu proses kimia dengan menggunakan rumus kimia. Karena itu penulisan persamaan reaksi harus dapat menyatakan fenomena kimia yang sebenarnya. Dalam persamaan reaksi reaktan dan hasil reaksi harus tergambar dengan jelas melalui penulisan rumus kimianya secara cermat, begitu pula perubahan wujud tergambar melalui pemberian tanda wujud (fasa) yang dinyatakan dengan singkatan **s** untuk zat berwujud padat (*solid*), **l** untuk zat berwujud cair (*liquid*), **g** untuk zat berwujud gas, dan **aq** untuk zat yang larut dalam air (*aqueous*). Untuk keperluan tertentu atribut lain yang biasa dibubuhkan dalam persamaan reaksi diantaranya warna zat, tanda proses pemanasan ($\xrightarrow{\Delta}$), harga perubahan entalpi (ΔH), atau harga potensial elektrode (E^0).

Hal lain yang sangat penting di dalam menyatakan persamaan reaksi yaitu memberi gambaran bahwa pada proses kimia berlaku hukum kekekalan massa. Dimana massa reaktan dan hasil reaksi harus tetap. Karena itu suatu persamaan reaksi harus disetarakan antara jumlah atom-atom dalam reaktan dan hasil reaksinya dengan cara membubuhkan *koefisien reaksi*.

Jadi prinsip dasar penyetaraan reaksi adalah menyamakan jumlah atom sejenis yang terdapat dalam reaktan dengan hasil reaksi agar terpenuhinya kesetaraan massa.

Pengalaman yang telah anda miliki dalam menyetarakan persamaan reaksi bukan reaksi redoks sangatlah berharga untuk diterapkan dalam menyetarakan persamaan reaksi redoks, karena cara yang dilakukan sama saja khususnya untuk persamaan reaksi redoks molekuler. Pengalaman baru nanti akan anda temukan ketika persamaan reaksi redoks melibatkan ion-ion. Pada persamaan reaksi redoks yang melibatkan ion-ion cara menyetarakannya terdapat aturan-aturan yang harus diikuti dan akan dibahas kemudian, namun prinsipnya penyetaraan reaksi redoks yang melibatkan ion-ion di samping harus memenuhi kekekalan massa juga harus memenuhi kekekalan muatan.

Sekarang mari kita perhatikan dahulu reaksi redoks yang terjadi pada pembakaran sempurna gas metana (CH_4) berikut.

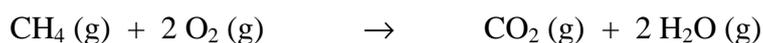


Faktanya menunjukkan bahwa gas metana (CH₄), oksigen (O₂), karbondioksida (CO₂), dan air (H₂O) semuanya berupa molekul dan tidak dapat mengurai menjadi ion-ionnya. Oleh karena itu persamaan reaksi yang tepat untuk mengungkap fenomena ini harus dinyatakan berupa persamaan reaksi molekuler seperti di atas.

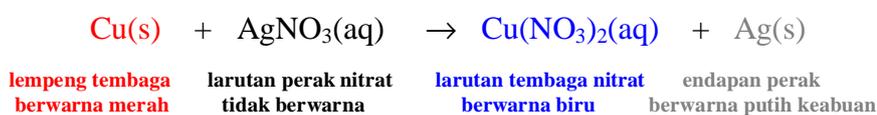
Biasanya dalam menyetarakan persamaan reaksi dimulai dengan menyamakan atom yang jumlahnya terbanyak, pada contoh ini adalah atom H. Karena ada 4 atom H pada molekul CH₄, maka pada molekul H₂O harus dibubuhkan koefisien reaksi 2. Pada tahap ini persamaan reaksi akan berubah menjadi :



Selanjutnya anda harus menyetarakan jumlah atom oksigen, karena pada ruas kanan persamaan reaksi terdapat 4 atom O (dua atom O berasal dari CO₂ dan dua atom O dari 2 H₂O), maka pada molekul O₂ ruas kiri persamaan reaksi harus dibubuhkan koefisien reaksi 2. Dengan cara ini maka diperoleh persamaan reaksi redoks setara.

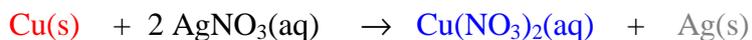


Contoh reaksi redoks lainnya adalah reaksi diantara logam tembaga (Cu) dengan larutan perak nitrat (AgNO₃). Dalam prakteknya reaksi tersebut dilakukan dengan mencelupkan lempeng tembaga ke dalam gelas kimia yang berisi larutan perak nitrat seperti ditunjukkan pada Gambar-8. Pada awal reaksi larutan perak tidak berwarna, selang beberapa menit larutan mulai timbul warna biru muda karena terbentuknya ion Cu²⁺ (lihat gambar gelas kimia sebelah kiri). Setelah reaksi berlangsung lama, ion Cu²⁺ semakin banyak yang ditunjukkan makin bertambahnya warna biru (lihat gambar gelas kimia sebelah kanan). Di samping itu pada permukaan Cu terbentuk endapan putih keabuan tiada lain adalah logam perak (Ag). Persamaan reaksi redoks molekuler yang menyatakan reaksi ini adalah :

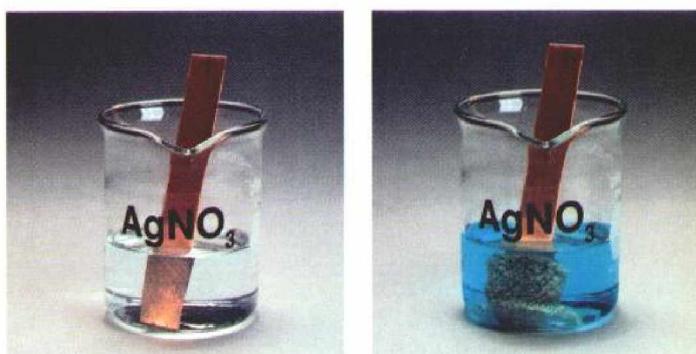
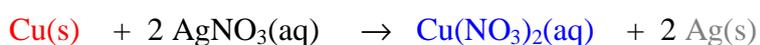


Persamaan reaksi redoks molekuler tersebut belum setara, sehingga cara menyetarakannya berlaku seperti penyelesaian persamaan reaksi pembakaran gas metana (CH₄) di atas yakni hanya menyamakan jumlah atom sejenis di ruas kiri dan ruas kanan persamaan reaksi. Penyetaraan persamaan reaksi ini diawali dengan menyamakan gugus atom (NO₃). Karena pada ruas kanan terdapat dua gugus (NO₃) yaitu pada molekul

Cu(NO₃)₂, maka pada gugus (NO₃) dalam molekul AgNO₃ di ruas kiri harus dibubuhkan koefisien reaksi dua (2). Sekarang persamaan reaksi berubah menjadi,



Tahap berikutnya kita harus menyetarakan atom Ag. Pada ruas kiri terdapat 2 atom Ag dalam molekul (2 AgNO₃), sehingga koefisien reaksi yang harus dibubuhkan pada atom Ag(s) di ruas kanan adalah dua. Akhirnya diperoleh persamaan reaksi redoks molekuler setara yaitu :

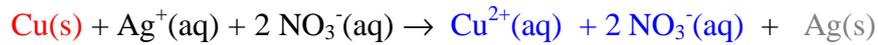


Gambar-8 Reaksi Redoks antara Cu dan AgNO₃

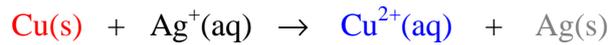
Pengungkapan fenomena reaksi redoks antara Cu dan larutan AgNO₃ dengan persamaan reaksi molekuler di atas tidaklah tepat, karena tidak menggambarkan fakta eksperimen seperti ditunjukkan pada Gambar-8. Kenyataannya perak nitrat larut dalam air, sehingga tidak berada sebagai molekul AgNO₃ melainkan sebagai ion-ion yaitu Ag⁺(aq) dan NO₃⁻(aq). Demikian pula tembaga nitrat yang dihasilkan (berwarna biru) juga larut dalam air, sehingga bukan berada sebagai molekul Cu(NO₃)₂ tetapi sebagai ion Cu²⁺(aq) dan NO₃⁻(aq). Oleh karena itu persamaan reaksi redoks antara Cu(s) dan AgNO₃(aq) yang tepat harus dinyatakan dengan persamaan ionik total seperti berikut.



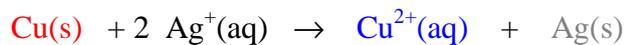
Seperti telah dilakukan sebelumnya, penyetaraan persamaan ionik total ini dapat dilakukan dengan menyamakan ion NO₃⁻ terlebih dahulu yaitu dengan membubuhkan koefisien reaksi dua pada ion NO₃⁻ di ruas kiri. Persamaan reaksi sekarang berubah menjadi



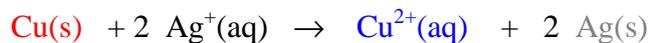
Untuk menyederhanakan persamaan reaksi ionik, dilakukan eliminasi / penghilangan ion spectator NO_3^- , sehingga persamaan reaksi berubah menjadi :



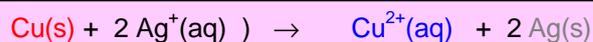
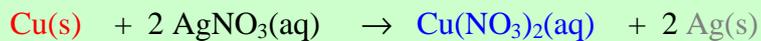
Persamaan reaksi terakhir ini dinamakan *persamaan reaksi ionik sisa atau akhir (net reaction equation)* yakni reaksi yang sesungguhnya terjadi pada proses bersangkutan. Kesetaraan yang sudah terpenuhi pada persamaan reaksi ionik akhir tersebut baru kesetaraan massa (jumlah atom), sedangkan kesetaraan muatan masih harus disamakan. Muatan di ruas kiri adalah +1 (nol dari Cu dan +1 dari Ag^+), sedangkan muatan di ruas kanan adalah +2 (nol dari Ag dan +2 dari Cu^{2+}). Untuk menyetarakan muatan maka harus dibubuhkan koefisien reaksi 2 pada Ag^+ dengan menghasilkan persamaan yaitu :



Sekarang sudah terjadi kesetaraan muatan, akan tetapi kesetaraan massa jadi berubah lagi. Penyelesaian terakhir adalah membubuhkan koefisien 2 pada atom Ag di ruas kanan sehingga terbentuk persamaan ionik akhir setara yaitu :

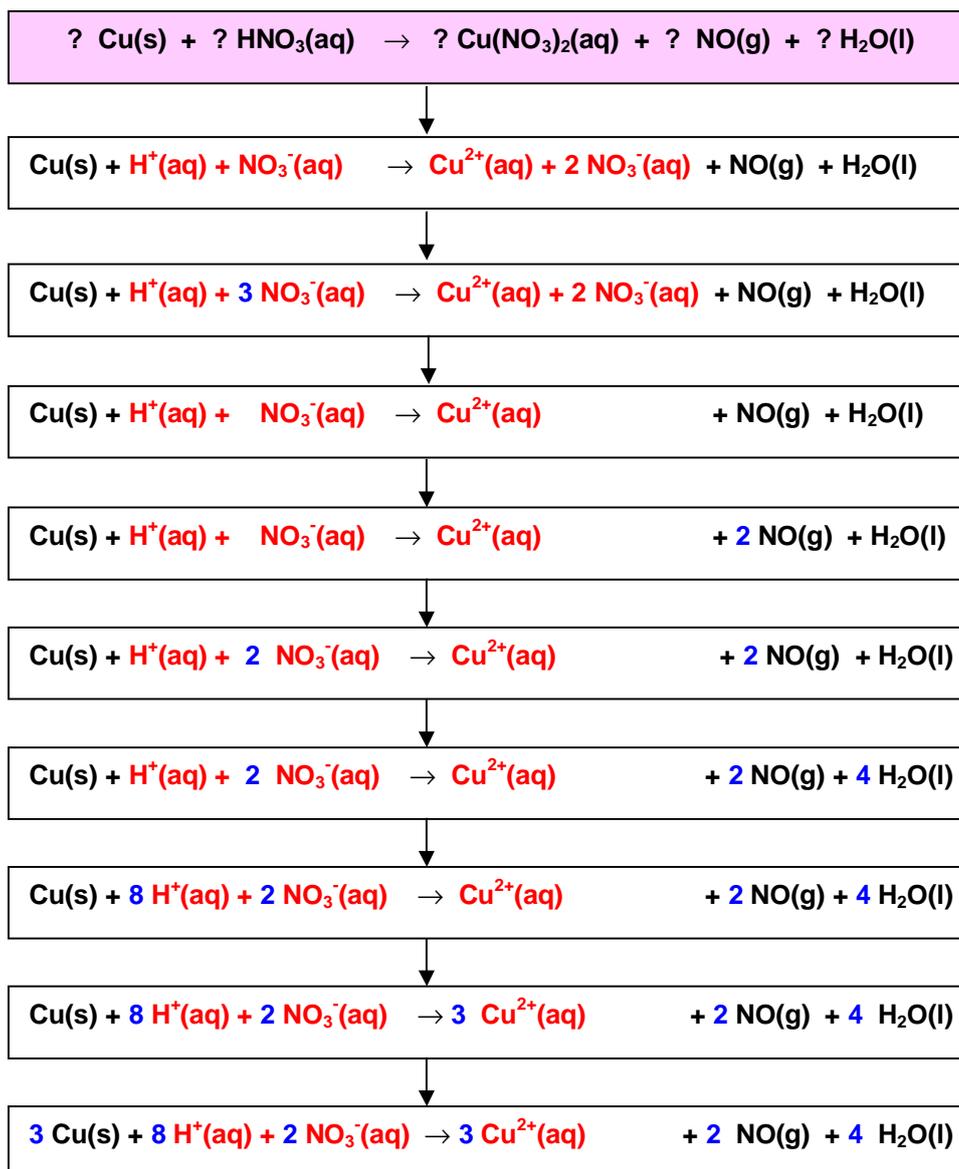


Berdasarkan reaksi redoks antara Cu dengan larutan AgNO_3 yang telah dicontohkan ternyata menyetarakan persamaan reaksi redoks molekuler maupun persamaan reaksi ionik dapat dilakukan dengan mudah. Atas dasar pengalaman ini maka reaksi redoks ionik dapat diturunkan dari reaksi redoks molekuler dengan urutan sebagai berikut :



Reaksi redoks antara logam tembaga Cu(s) dan asam nitrat encer HNO₃(aq) akan menghasilkan larutan tembaga nitrat Cu(NO₃)₂(aq), gas nitrogen oksida NO(g) dan air H₂O(l). Reaksi ini merupakan salah satu contoh penyetaraan persamaan molekuler relatif lebih sulit dilakukan dibandingkan persamaan ioniknya. Persamaan molekul ini apabila diselesaikan dengan cara yang telah dilakukan di atas akan timbul “*trial and error*” kecuali diselesaikan dengan cara aljabar (tidak dibahas dalam modul ini). Penyetaraan persamaan ionik tersebut dapat dilakukan melalui tahapan seperti di bawah ini.

coba anda setarakan reaksi molekuler ini



Berdasarkan contoh di atas penyelesaian persamaan redoks molekuler kadang menemui kesulitan di samping tidak menggambarkan fakta eksperimen. Oleh karena itu dalam menyetarakan persamaan redoks diperlukan aturan-aturan yang dijadikan patokan. Ada dua cara yang digunakan untuk menyetarakan persamaan redoks yaitu cara bilangan oksidasi (*oxidation number method*) dan cara setengah reaksi (*half reaction method*).

Penyetaraan persamaan redoks berdasarkan cara bilangan oksidasi adalah penyetaraan yang dilakukan dengan menggunakan perubahan bilangan oksidasi atom-atom yang terlibat dalam reaksi.

Tahapan penyetaraan persamaan redoks dengan cara perubahan oksidasi yaitu :

Tahap 1 : Menandai bilangan oksidasi tiap atom dalam reaksi.

Tahap 2 : Mengidentifikasi spesi/atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi.

Tahap 3 : Menghitung jumlah elektron yang dilepaskan pada oksidasi dan yang diterima pada reduksi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi (ditunjukkan oleh garis diantara atom yang mengalami perubahan).

Tahap 4 : Menentukan faktor pengali terhadap jumlah elektron yang dilepas dan diterima agar jumlahnya sama. Kemudian faktor pengali /penyetara dibubuhkan sebagai koefisien reaksi.

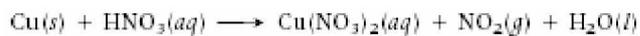
Tahap 5 : Melengkapi penyetaraan dengan cara pemeriksaan kesamaan jumlah atom pada reaktan dengan hasil reaksi.

Contoh 1 :

Setarakan berdasarkan cara bilangan oksidasi dari persamaan redoks antara tembaga dengan asam nitrat pekat menurut persamaan reaksi berikut

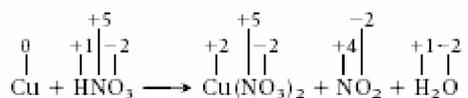


Cu dalam asam nitrat pekat



Penyelesaian :

Tahap 1 : Menandai bilangan oksidasi tiap atom dalam reaksi.



Tahap 2 : Mengidentifikasi spesi/atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi.

Oksidasi : logam Cu

bilangan oksidasi Cu naik dari 0 (dalam logam Cu) ke +2 (dalam Cu²⁺)

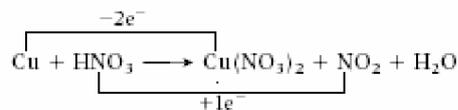
Reduksi : HNO_3

bilangan oksidasi N turun dari +5 (dalam HNO_3) ke +4 (dalam NO_2).

Catatan NO_3^- berlaku sebagai ion spectator

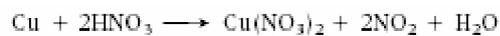
Tahap 3 : Menghitung jumlah elektron yang dilepaskan pada oksidasi dan yang diterima pada reduksi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi (ditunjukkan oleh garis diantara atom yang mengalami perubahan).

Pada oksidasi Cu dilepaskan 2 elektron, dan pada reduksi N dalam HNO_3 diterima 1 elektron.



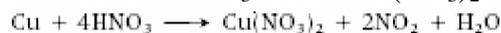
Tahap 4 : Menentukan faktor pengali terhadap jumlah elektron yang dilepas dan diterima agar jumlahnya sama. Kemudian faktor pengali /penyetara dibubuhkan sebagai koefisien reaksi.

Cu melepaskan $2e^-$, sehingga $1e^-$ yang diterima N harus dikalikan dengan 2. Gunakan koefisien 2 pada HNO_3 dan NO_2 sehingga persamaan reaksi menjadi,

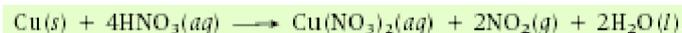


Tahap 5 : Melengkapi penyetaraan dengan cara pemeriksaan kesamaan jumlah atom pada reaktan dengan hasil reaksi.

Menyamakan jumlah atom N, diperlukan 4 HNO_3 karena pada hasil reaksi ada penambahan 2 NO_3^- dalam $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.



Menyamakan jumlah atom H dengan membubuhkan angka 2 di depan H_2O .



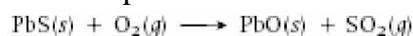
Pemeriksaan jumlah atom

Reaktan : (1 Cu, 4H, 4N, dan 12 O)

Hasil reaksi : [1 Cu, 4H, (2 + 2)N, (6 + 4 + 2)O]

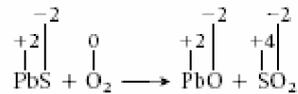
Contoh 2 :

Setarakan berdasarkan cara bilangan oksidasi dari persamaan redoks pembakaran timbal sulfida menurut persamaan reaksi berikut.



Penyelesaian :

Tahap 1 : Menandai bilangan oksidasi tiap atom dalam reaksi.



Tahap 2 : Mengidentifikasi spesi/atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi.

Oksidasi : terjadi pada PbS

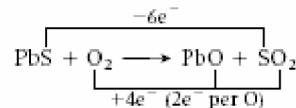
bilangan oksidasi S naik dari -2 (dalam PbS) ke +4 (dalam SO₂)

Reduksi : terjadi pada O₂

bilangan oksidasi O turun dari 0 (dalam O₂) ke -2 (dalam PbO dan SO₂).

Tahap 3 : Menghitung jumlah elektron yang dilepaskan pada oksidasi dan yang diterima pada reduksi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi (ditunjukkan oleh garis diantara atom yang mengalami perubahan).

Pada oksidasi S melepaskan 6e⁻, dan pada reduksi setiap O menerima 2e⁻.



Tahap 4 : Menentukan faktor pengali terhadap jumlah elektron yang dilepas dan diterima agar jumlahnya sama. Kemudian faktor pengali /penyetara dibubuhkan sebagai koefisien reaksi.

S melepaskan 6e⁻. Setiap O dalam O₂ menerima 2e⁻, sehingga jumlah elektron yang diterima 4e⁻. Gunakan koefisien $\frac{3}{2}$ pada O₂ sehingga menghasilkan 3 atom O masing-masing menerima 2e⁻ dan total elektron yang diterima menjadi 6e⁻.



Tahap 5 : Melengkapi penyetaraan dengan cara pemeriksaan kesamaan jumlah atom pada reaktan dengan hasil reaksi.

Mengalikan setiap koefisien dengan angka 2 agar diperoleh bilangan bulat (bukan pecahan).



Pemeriksaan jumlah atom

Reaktan : (2 Pb, 2S, dan 6 O)

Hasil reaksi : [2 Pb, 2S, dan (2 + 4)O]

Penyetaraan persamaan redoks berdasarkan cara setengah reaksi adalah penyetaraan yang dilakukan dengan menjumlahkan setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi yang sebelumnya disetarakan secara terpisah.

Tahapan penyetaraan persamaan redoks dengan cara setengah reaksi (dalam suasana asam atau netral)

Tahap 1 : Mengidentifikasi dan memisahkan reaksi menjadi dua bagian setengah reaksi, yaitu setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi.

Tahap 2 : Menyamakan jumlah semua atom bukan H dan O.

Tahap 3 : Menyamakan jumlah atom O dengan menambahkan H_2O pada ruas persamaan yang kekurangan O.

Tahap 4 : Menyamakan jumlah atom H dengan menambahkan H^+ ke ruas persamaan yang kekurangan H.

Tahap 5a: Menyamakan jumlah muatan dengan menambahkan elektron terhadap ruas persamaan reaksi yang kelebihan muatan positif.

Tahap 5b : Menyetarakan setengah reaksi lain dengan menerapkan tahap 2-5a.

Tahap 6 : Menyamakan jumlah elektron yang dilepaskan pada setengah reaksi oksidasi dengan jumlah elektron yang diterima pada setengah reaksi reduksi.

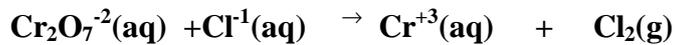
Tahap 7 : Menjumlahkan kedua setengah reaksi (reaksi oksidasi dan reduksi).

Penyetaraan Persamaan Redoks Dalam Suasana Basa

1. Ikuti semua langkah penyetaraan reaksi redoks dalam suasana asam atau netral (tahap 1 sampai tahap 7)
2. Tambahkan OH^- pada kedua ruas persamaan reaksi yang jumlahnya sama dengan H^+ yang diselesaikan pada No. 1.
3. Gabungkan H^+ dan OH^- menjadi H_2O , dan selisihkan jumlah H_2O pada kedua ruas persamaan reaksi.

Contoh 1 :

Setarakan persamaan reaksi redoks berikut yang berada dalam suasana asam.

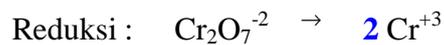


Penyelesaian :

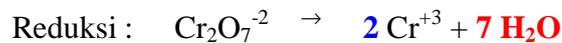
Tahap 1 : Mengidentifikasi dan memisahkan reaksi menjadi dua bagian setengah reaksi, yaitu setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi.



Tahap 2 : Menyamakan jumlah semua atom bukan H dan O.



Tahap 3 : Menyamakan jumlah atom O dengan menambahkan H₂O pada ruas persamaan yang kekurangan O.

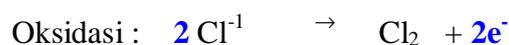


Tahap 4 : Menyamakan jumlah atom H dengan menambahkan H⁺ ke ruas persamaan yang kekurangan H.

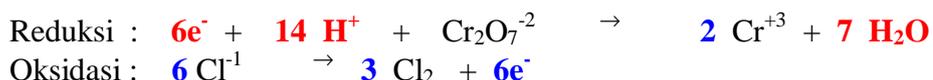
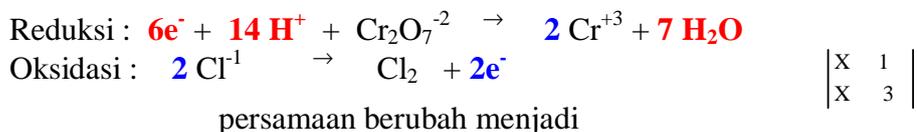


Tahap 5a: Menyamakan jumlah muatan dengan menambahkan elektron terhadap ruas persamaan reaksi yang kelebihan muatan positif.

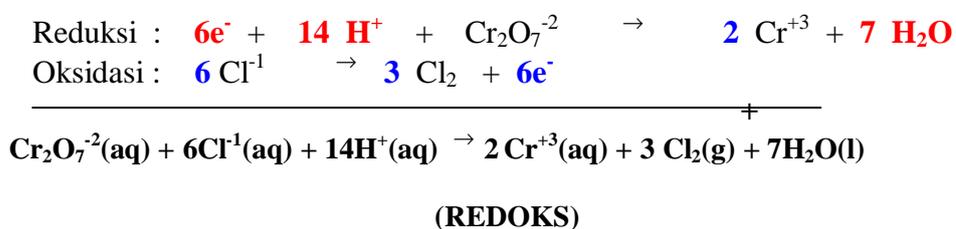
Tahap 5b : Menyetarakan setengah reaksi lain dengan menerapkan tahap 2-5a.



Tahap 6 : Menyamakan jumlah elektron yang dilepaskan pada setengah reaksi oksidasi dengan jumlah elektron yang diterima pada setengah reaksi reduksi.

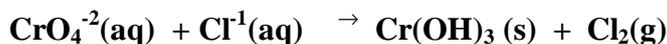


Tahap 7 : Menjumlahkan kedua setengah reaksi (reaksi oksidasi dan reduksi).



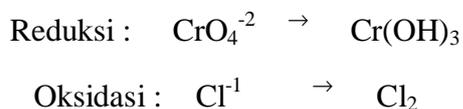
Contoh 2:

Setarakan persamaan reaksi redoks berikut yang berada dalam suasana basa.

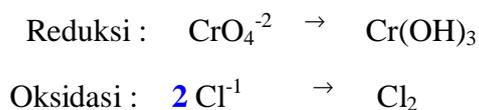


Penyelesaian :

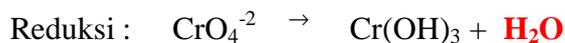
Tahap 1 : Mengidentifikasi dan memisahkan reaksi menjadi dua bagian setengah reaksi, yaitu setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi.



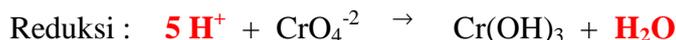
Tahap 2 : Menyamakan jumlah semua atom bukan H dan O.



Tahap 3 : Menyamakan jumlah atom O dengan menambahkan H₂O pada ruas persamaan yang kekurangan O.

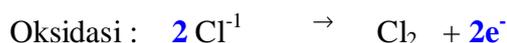


Tahap 4 : Menyamakan jumlah atom H dengan menambahkan H⁺ ke ruas persamaan yang kekurangan H.

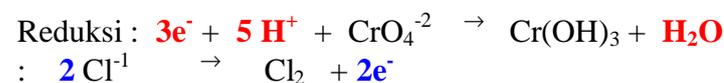


Tahap 5a: Menyamakan jumlah muatan dengan menambahkan elektron terhadap ruas persamaan reaksi yang kelebihan muatan positif.

Tahap 5b : Menyetarakan setengah reaksi lain dengan menerapkan tahap 2-5a.

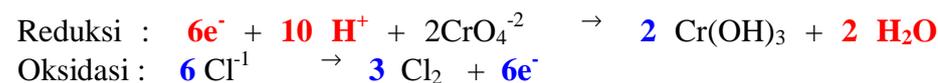


Tahap 6 : Menyamakan jumlah elektron yang dilepaskan pada setengah reaksi oksidasi dengan jumlah elektron yang diterima pada setengah reaksi reduksi.

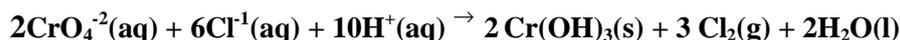
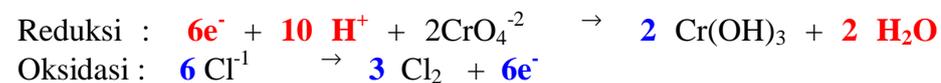


persamaan berubah menjadi

$$\begin{array}{r|l} \text{Oksidasi} & \\ \hline \text{X} & 2 \\ \text{X} & 3 \end{array}$$

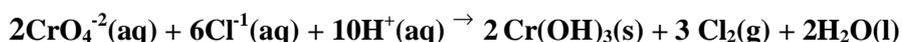


Tahap 7 : Menjumlahkan kedua setengah reaksi (reaksi oksidasi dan reduksi).



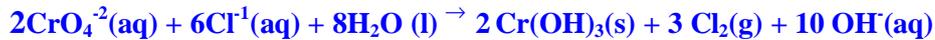
(Penyelesaian redoks dalam suasana asam)

Dalam suasana basa pada kedua ruas persamaan reaksi ditambahkan 10 OH⁻,





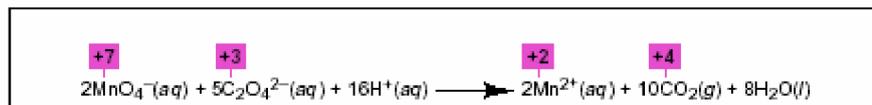
Jadi persamaan reaksi redoks setara dalam suasana basa adalah

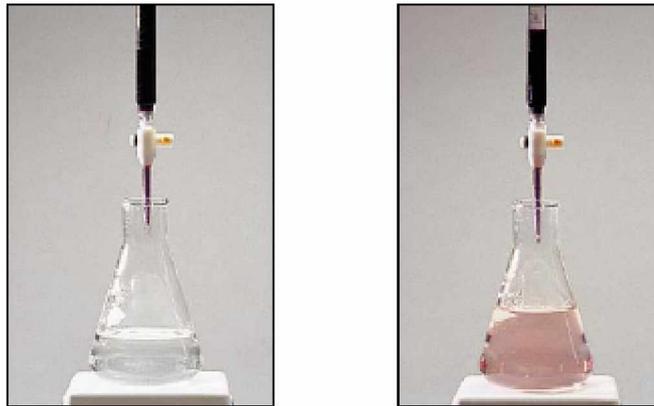


Penerapan Reaksi Redoks

Reaksi redoks banyak diterapkan di dalam titrasi reduktio oksidimetri khususnya dalam permanganometri dan iodometri/iodimetri serta dalam elektrokimia. Pada bagian ini hanya akan dikemukakan stoikiometri redoks redoks pada penetapan kalsium darah berdasarkan permanganometri.

Di dalam permanganometri ion permanganat MnO_4^- dikategorisasi sebagai oksidator kuat juga berperan sebagai indikator. Dalam titrasi ion permanganat dengan ion oksalat, ion MnO_4^- akan mengoksidasi ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ yang konsentrasinya akan ditetapkan. Selama ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ masih banyak dalam larutan, ion MnO_4^- berwarna ungu yang diteteskan dari buret cepat berubah menjadi tidak berwarna dan membentuk ion Mn^{2+} (Gambar-9 kiri). Pada saat semua ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ teroksidasi, tetesan MnO_4^- dari buret akan memberikan warna ungu larutan (Gambar-9 kanan). Perubahan warna tersebut menunjukkan titik akhir titrasi, yang menandakan bahwa elektron yang dilepaskan pada reaksi oksidasi ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ sama dengan elektron yang diterima ion MnO_4^- . Larutan $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ yang volumenya telah diketahui, juga larutan MnO_4^- yang volume dan konsentrasinya telah diketahui dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi larutan $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ dengan mengacu pada persamaan reaksi redoks setaranya yaitu :





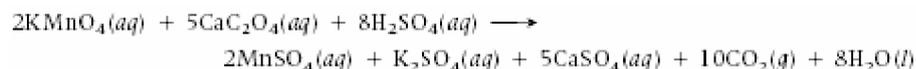
Gambar-9 Titrasi KMnO_4 dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Penyiapan sampel untuk titrasi redoks kadang-kadang memerlukan beberapa tahapan kerja laboratorium. Permasalahan yang dibahas pada bagian ini adalah penetapan kalsium darah. Pertama Ca^{2+} dalam darah diendapkan menjadi kalsium oksalat CaC_2O_4 . Larutan H_2SO_4 encer digunakan untuk melarutkan endapan CaC_2O_4 sehingga menghasilkan ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ yang kemudian dititrasi dengan larutan KMnO_4 standar. Setelah konsentrasi $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ditentukan, hasilnya digunakan untuk menghitung konsentrasi Ca^{2+} dalam darah.

Salah satu contoh penerapan reaksi redoks ini misalnya untuk memeriksa kadar Ca^{2+} darah diambil 1,00 mL darah manusia kemudian direaksikan dengan larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Endapan CaC_2O_4 dilarutkan ke dalam H_2SO_4 encer. Ternyata larutan KMnO_4 $4,88 \times 10^{-4}$ M yang diperlukan untuk mencapai titik akhir titrasi adalah 2,05 mL. Berapa kadar Ca^{2+} dalam darah tersebut (dalam satuan mol, dan satuan mg Ca^{2+} /100 mL darah) ?

Penyelesaian permasalahan ini dilakukan sebagai berikut :

- Menuliskan persamaan redoks setara (disarankan dalam bentuk persamaan ion agar lebih sederhana)



- Mengubah volume (mL) ke mol KMnO_4 yang dicapai pada titik akhir titrasi.

$$\begin{aligned} \text{Mol } \text{KMnO}_4 &= 2,05 \text{ mL soln} \times \frac{1 \cancel{\text{L}}}{1000 \cancel{\text{mL}}} \times \frac{4,88 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{KMnO}_4}{1 \cancel{\text{L}} \cancel{\text{soln}}} \\ &= 1,00 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{KMnO}_4 \end{aligned}$$

- Mengubah mol KMnO_4 ke mol CaC_2O_4

$$\begin{aligned}\text{Mol } \text{CaC}_2\text{O}_4 &= 1,00 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{KMnO}_4 \times \frac{5 \text{ mol } \text{CaC}_2\text{O}_4}{2 \text{ mol } \text{KMnO}_4} \\ &= 2,50 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{CaC}_2\text{O}_4\end{aligned}$$

- Menentukan mol Ca^{2+} yang ada

$$\begin{aligned}\text{Mol } \text{Ca}^{2+} &= 2,50 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{CaC}_2\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol } \text{Ca}^{2+}}{1 \text{ mol } \text{CaC}_2\text{O}_4} \\ &= 2,50 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{Ca}^{2+}\end{aligned}$$

- Pengecekan hasil :

10^{-6} mol KMnO_4 setara dengan $5\text{CaC}_2\text{O}_4/2\text{KMnO}_4 = 2,5 \times 10^{-6}$ mol CaC_2O_4 setara dengan $2,5 \times 10^{-6}$ mol Ca^{2+}

- Untuk menyatakan satuan Ca^{2+} dalam mg $\text{Ca}^{2+}/100$ mL darah

dilakukan perhitungan yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Mol } \text{Ca}^{2+}/100 \text{ mL darah} &= \frac{2,50 \times 10^{-6} \text{ mol } \text{Ca}^{2+}}{1,00 \text{ mL darah}} \times 100 \\ &= 2,50 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{Ca}^{2+}/100 \text{ mL darah}\end{aligned}$$

- Mengubah mol Ca^{2+} ke dalam mg

Massa (mg) $\text{Ca}^{2+}/100$ mL darah =

$$\begin{aligned}&\frac{2,50 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{Ca}^{2+}}{100 \text{ mL darah}} \times \frac{40,08 \text{ g } \text{Ca}^{2+}}{1 \text{ mol } \text{Ca}^{2+}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \\ &= 10,0 \text{ mg } \text{Ca}^{2+} / 100 \text{ mL darah}\end{aligned}$$

- Pengecekan hasil :

Jumlah mol Ca^{2+} : $2,50 \times 10^{-6}$ mol/mL darah = $2,50 \times 10^{-4}$ mol/100 mL darah
Massa mola Ca^{2+} = 40 g/mol, sehingga massa Ca^{2+} = 100×10^{-4} g/100 mL darah
= 10×10^{-3} g/100 mL darah

c. Rangkuman 3

- Persamaan reaksi merupakan pernyataan proses kimia yang diungkapkan dengan rumus kimia.

- Atribut persamaan reaksi yang harus dicantumkan adalah tanda ujud (fasa), dan kadang-kadang warna zat, tanda proses kimia berlangsung, perubahan entalpi, atau potensial elektrode.
- Penyetaraan persamaan reaksi dinyatakan dengan membubuhkan koefisien reaksi yaitu angka yang dituliskan di depan rumus kimia dengan tujuan untuk memenuhi hukum kekekalan massa.
- Penyetaraan persamaan redoks harus memenuhi kesetaraan massa dan muatan.
- Cara penyetaraan persamaan reaksi redoks molekuler dapat dilakukan seperti cara penyetaraan reaksi bukan redoks dan hanya memperhatikan kesetaraan massa.
- Penyetaraan reaksi redoks ionik yang dilakukan dengan menyatakan persamaan ioniknya relatif lebih sederhana dari pada penyelesaian reaksi molekulernya.
- Penyetaraan persamaan reaksi redoks cara bilangan oksidasi adalah penyetaraan dengan menggunakan perubahan bilangan oksidasi atom-atom yang terlibat dalam reaksi. Penyetaraan cara ini dapat diterapkan untuk persamaan molekuler maupun ionik.
- Penyetaraan persamaan reaksi redoks cara setengah reaksi adalah penyetaraan yang dilakukan dengan menjumlahkan setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi yang sebelumnya disetarakan secara terpisah. Penyetaraan cara ini hanya diterapkan untuk persamaan ionik.
- Persamaan reaksi redoks setara berguna untuk menghitung kuantitas zat yang dianalisis secara reduktometri.

d. Tugas 3

- Pelajari penuntun praktikum tentang reaksi reduksi oksidasi berdasarkan keterlibatan elektron dan kenaikan bilangan oksidasi
- Siapkan peralatan dan bahan kimia yang diperlukan dalam praktikum reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi

e. Tes formatif 3

1. Setarakan persamaan reaksi berikut dalam suasana asam berdasarkan cara setengah reaksi :

- $\text{Ag} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}$
- $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} + \text{I}^-$
- $\text{PbO}_2 + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2$
- $\text{HgS} + \text{Cl}^- + \text{NO}_3^- \rightarrow [\text{HgCl}_4]^{2-} + \text{NO}_2 + \text{S}$

2. Setarakan persamaan reaksi berikut dalam suasana basa berdasarkan cara setengah reaksi :

- $\text{Br}_2 \rightarrow \text{BrO}_3^- + \text{Br}^-$
- $\text{CN}^- + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{CNO}^- + \text{MnO}_2$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{ClO}_2 \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{O}_2$
- $\text{CrO}_4^{2-} + \text{HSnO}_2^- \rightarrow \text{HSnO}_3^- + \text{CrO}_2^-$
- $\text{CH}_2\text{O} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_4]^+ \rightarrow \text{Ag} + \text{HCO}_2^- + \text{NH}_3$

3. Setarakan persamaan reaksi berikut dengan cara perubahan bilangan oksidasi :

- $\underline{\hspace{1cm}} \text{HNO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{K}_2\text{CrO}_4(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}(\text{NO}_3)_2(aq) \longrightarrow$
 $\underline{\hspace{1cm}} \text{KNO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Cr}(\text{NO}_3)_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\underline{\hspace{1cm}} \text{HNO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq) \longrightarrow$
 $\underline{\hspace{1cm}} \text{KNO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{C}_2\text{H}_4\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Cr}(\text{NO}_3)_3(aq)$
- $\underline{\hspace{1cm}} \text{HCl}(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{NH}_4\text{Cl}(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq) \longrightarrow$
 $\underline{\hspace{1cm}} \text{KCl}(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{CrCl}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{N}_2(g) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\underline{\hspace{1cm}} \text{KClO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{HBr}(aq) \longrightarrow$
 $\underline{\hspace{1cm}} \text{Br}_2(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{KCl}(aq)$

f. Jawaban formatif 3

- $3 \text{Ag} + \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Ag}^+ + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - $5 \text{C}_2\text{H}_4 + 12 \text{MnO}_4^- + 36 \text{H}^+ \rightarrow 12 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{CO}_2 + 28 \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} + 2 \text{I}^- + 2 \text{H}^+$
 - $\text{PbO}_2 + 2 \text{Cl}^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{HgS} + 4 \text{Cl}^- + 2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow [\text{HgCl}_4]^{2-} + 2 \text{NO}_2 + \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$

- $3 \text{Br}_2 + 6 \text{OH}^- \rightarrow \text{BrO}_3^- + 5 \text{Br}^- + 3 \text{H}_2\text{O}$
 - $3 \text{CN}^- + 2 \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{CNO}^- + 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{OH}^-$
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{ClO}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{ClO}_2^- + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{HSnO}_2^- \rightarrow 2 \text{HSnO}_3^- + \text{CrO}_2^-$
 - $\text{CH}_2\text{O} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_4]^+ \rightarrow \text{Ag} + \text{HCO}_2^- + \text{NH}_3$

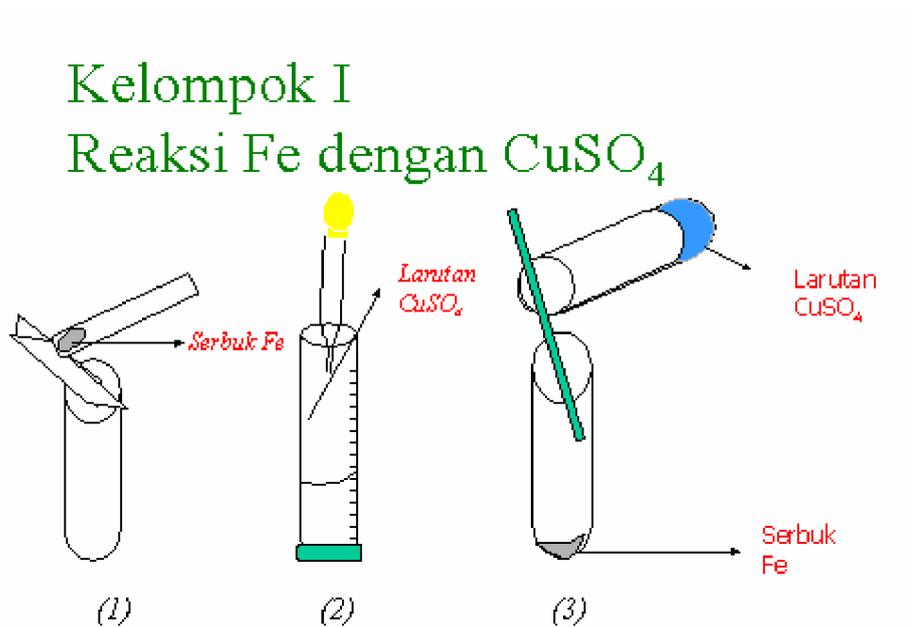
- Koefisien reaksi : 8 – 1 – 3 – 2 – 3 – 1 – 4
 - Koefisien reaksi : 8 – 3 – 1 – 2 – 3 – 7 – 2
 - Koefisien reaksi : 6 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1 – 7
 - Koefisien reaksi : 1 – 6 – 3 – 3 – 1

g. Lembar kerja 3

Kelompok I

Masukkan serbuk Fe sebanyak 1 sendok plastik ke dalam tabung reaksi yang kering dan bersih. Tambahkan 10 mL larutan CuSO_4 0,1M, kocok tabung \pm 3 menit. Amati dan catat perubahan yang terjadi !

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain



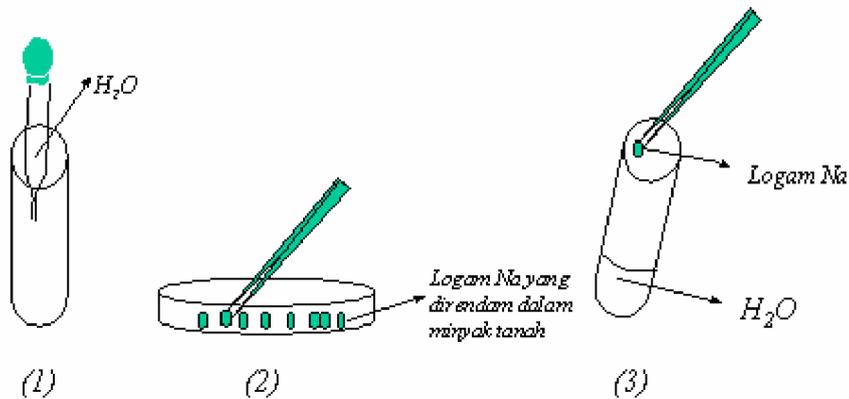
Kelompok II

Dengan menggunakan pinset, ambil logam Na yang telah tersedia, simpan di atas kaca arloji, lalu masukkan ke dalam gelas kimia 250 mL yang berisi 100 mL air. Tambahkan 2 tetes larutan fenolftalein. Amati dan catat perubahan yang terjadi ! Ulangi percobaan tersebut dengan menggunakan larutan HCl 0,1 M 100 mL sebagai pengganti air. Perhatian : Hati-hati Na jangan sampai terkena kulit.

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

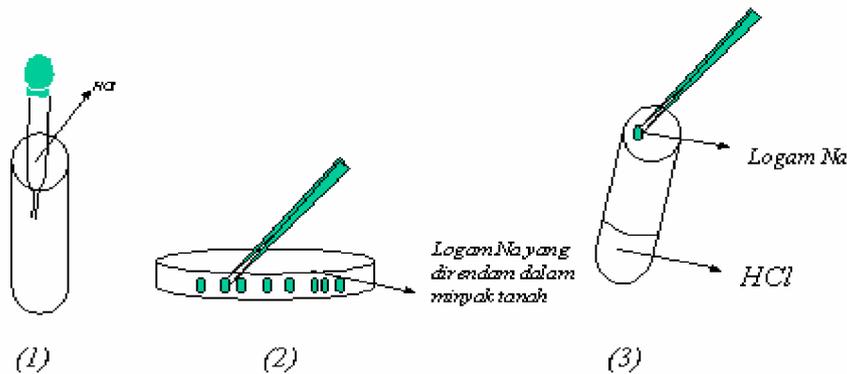
Kelompok II

Reaksi H_2O dengan Logam Na



Kelompok II

Reaksi Larutan HCl dengan Logam Na



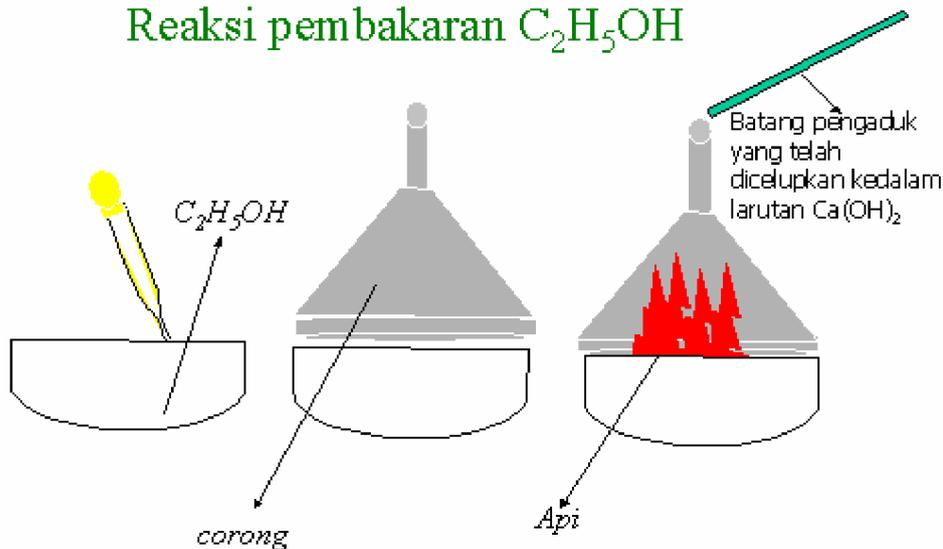
Kelompok III

Masukkan 5 mL etanol 70 % ke dalam cawan porselin, lalu di bakar. Periksa gas CO_2 yang terjadi dengan menggunakan pengaduk yang telah dicelupkan ke dalam larutan $Ca(OH)_2$. Amati dan catat perubahan yang terjadi !

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok III

Reaksi pembakaran C_2H_5OH



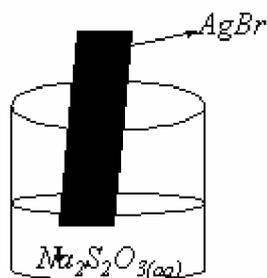
Kelompok IV

Tuangkan 50 mL larutan $Na_2S_2O_3$ 1 M ke dalam gelas kimia 100 mL lalu celupkan sepotong film yang sudah terbakar. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok IV

Reaksi larutan $Na_2S_2O_3$ dengan $AgBr$



Kelompok V

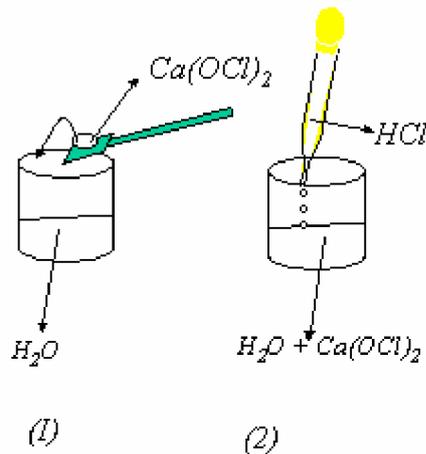
Masukkan 1 spatula $Ca(OCl)_2$ ke dalam gelas kimia 100 mL yang berisi 50 mL air kemudian di aduk, lalu teteskan beberapa tetes larutan HCl 0,1 M. Amati dan catat apa yang terjadi !

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !

3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok V

Reaksi larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ dengan larutan HCl



Kelompok VI

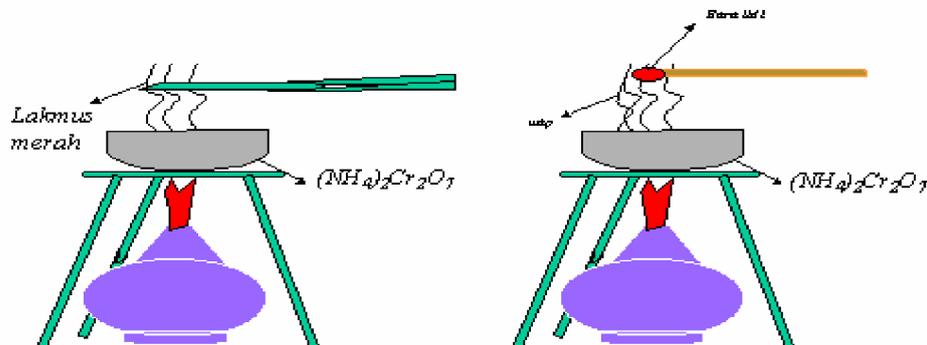
Masukkan 1 spatula $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ke dalam cawan porselin kemudian panaskan di atas pembakar spirtus. Periksa uap yang terjadi dengan kertas lakmus merah yang sudah dibasahi air dan dengan bara lidi !

Perhatian : Gunakan api kecil.

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok VI

Reaksi penguraian $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



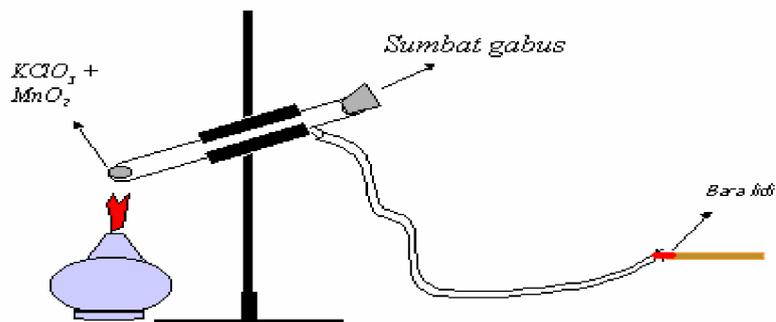
Kelompok VII

Masukkan serbuk KClO_3 sebanyak 2 spatula ke dalam tabung berpipa samping, tambahkan $1/8$ spatula MnO_2 , tutup mulut tabung dengan sumbat gabus. Panaskan tabung tersebut hingga KClO_3 dalam tabung meleleh. Dekatkan lidi yang membara pada mulut tabung, amati dan catat perubahan yang terjadi !

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !
2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok VII

Reaksi penguraian KClO_3



Kelompok VIII

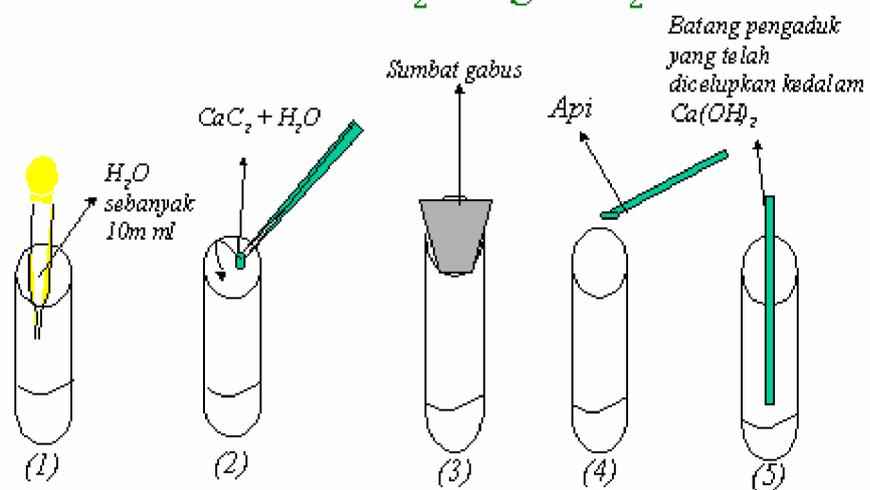
Masukkan CaC_2 kira-kira sebesar kacang hijau ke dalam 10 mL air dalam tabung reaksi lalu ditutup. Kemudian buka gabus dan sulut dengan nyala api. Periksa gas CO_2 yang terjadi dengan menggunakan pengaduk yang dicelupkan ke dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Amati dan catat apa yang terjadi !

1. Setarakan persamaan reaksi dari percobaan yang dilakukan !

2. Identifikasi mana oksidator dan reduktornya !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !
4. Informasikan hasilnya pada kelompok lain

Kelompok VIII

Reaksi kristal CaC_2 dengan H_2O



TABEL PENGAMATAN

Klp.	Nama Zat	Sebelum Direaksikan				Selama dan Sesudah Direaksikan			
		Konsentrasi	Kondisi *	Ujud	Warna	Ujud	Warna	Nama zat	Pers. reaksi
1	Fe + CuSO ₄								
2	H ₂ O + Na; HCl + Na								
3	Etanol , C ₂ H ₅ OH								
4	Na ₂ S ₂ O ₃ + AgBr								
5	Ca(OCl) ₂ + HCl								
6	(NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇								
7	KClO ₃								
8	CaC ₂ + H ₂ O								

* = Asam / Basa / Netral

Setarakan reaksi dari hasil eksperimen secara molekuler, secara ionik dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi

BAB III
EVALUASI

Bagian A

1. Bilangan oksidasi krom dalam $K_2Cr_2O_7$ adalah ...
 - A. +6
 - B. +2
 - C. +7
 - D. +12

2. Senyawa yang mengandung Cl dengan bilangan oksidasi +1 adalah ...
 - A. Cl_2
 - B. Cl_2O
 - C. $AlCl_3$
 - D. $HClO_2$

3. Senyawa yang memiliki hidrogen dengan bilangan oksidasi nol adalah ...
 - A. LiH
 - B. H_2O
 - C. H_2S
 - D. H_2

4. Jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam senyawa CO_2 adalah ...
 - A. 0
 - B. -2
 - C. -4
 - D. +4

5. Klor yang mempunyai bilangan oksidasi +3 berada dalam senyawa ...
 - A. $HClO$
 - B. $HClO_2$
 - C. $HClO_3$
 - D. $HClO_4$

6. Reaksi yang menunjukkan adanya kekekalan muatan adalah ...
 - A. $Fe \rightarrow Fe^{2+} + e^-$
 - B. $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2 e^-$
 - C. $Fe + 2 e^- \rightarrow Fe^{2+}$
 - D. $Fe + 2 e^- \rightarrow Fe^{3+}$

7. Perpindahan partikel yang diperlukan dalam reaksi redoks adalah ...
 - A. elektron
 - B. ion
 - C. neutron
 - D. proton

8. Dari reaksi $\text{Mg} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Cu}$ persamaan yang menyatakan oksidasi adalah ...
- $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$
 - $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
 - $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
 - $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
9. Reaksi berikut yang menunjukkan reaksi reduksi adalah ...
- $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
 - $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
 - $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
 - $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
10. Dari reaksi $2\text{Na}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ zat yang mengalami reduksi adalah ...
- Na
 - NaOH
 - H_2
 - H_2O
11. Di dalam reaksi redoks terjadi kekekalan ...
- hanya massa
 - massa dan muatan
 - hanya muatan
 - bukan massa dan muatan
12. Pada persamaan $3\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq})$ Jumlah mol elektron yang dilepaskan 2 mol $\text{Al}(\text{s})$ adalah ...
- 1 mol
 - 6 mol
 - 3 mol
 - 9 mol
13. Pada reaksi : $\text{Cu}(\text{s}) + 4\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, yang terjadi pada tembaga adalah ...
- reduksi dan bilangan oksidasi turun
 - reduksi dan bilangan oksidasi naik
 - oksidasi dan bilangan oksidasi turun
 - oksidasi dan bilangan oksidasi naik
14. Di dalam reaksi redoks, suatu reaktan akan turun bilangan oksidasinya disebabkan oleh ...
- hanya melepaskan elektron
 - hanya melepaskan proton
 - hanya menerima elektron
 - hanya menerima proton

15. Reaksi berikut yang menunjukkan reaksi redoks adalah ...
- $2 \text{H}^+ + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$
 - $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
16. Pada reaksi berikut $3 \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2 \text{Cr}(\text{s}) \rightarrow 3 \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ yang menyatakan reaksi reduksi adalah ...
- $\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$
 - $\text{Cr}(\text{s}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^-$
 - $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 - $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$
17. Pada reaksi $\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ spesi yang sesungguhnya mengalami reduksi adalah ...
- $\text{Zn}(\text{s})$
 - $\text{HCl}(\text{aq})$
 - $\text{Cl}^-(\text{aq})$
 - $\text{H}^+(\text{aq})$
18. Pada reaksi $2 \text{Al}(\text{s}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ jumlah mole elektron yang diterima $\text{H}^+(\text{aq})$ ketika 1 mol $\text{Al}(\text{s})$ bereaksi sempurna adalah ...
- 6
 - 2
 - 3
 - 12
19. Reaksi redoks di bawah ini telah setara, kecuali ...
- $\text{Sn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$
 - $\text{Ni}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Sn}(\text{s}) + \text{Ni}^{2+}(\text{aq})$
 - $2 \text{I}^-(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$
 - $2 \text{I}^-(\text{aq}) + \text{Hg}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Hg}(\text{l}) + \text{I}_2(\text{s})$
20. Reaksi berikut yang menunjukkan reaksi redoks adalah ...
- $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 - $2 \text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 - $2 \text{HCl} + \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

Bagian B

- Tentukan bilangan oksidasi karbon dalam :
 - CF_2Cl_2
 - $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - HCO_3^-
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

2. Tentukan bilangan oksidasi nitrogen dalam :
- a. NH_2OH b. N_2H_4 c. NH_4^+ d. HNO_2
3. Tentukan bilangan oksidasi krom dalam :
- a. CrO_3 b. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ c. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ d. K_2CrO_4
4. Setimbangkan reaksi berikut berdasarkan cara yang anda anggap paling dikuasai !
- a. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b. $\text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4 + \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- c. $\text{MnO}_4^- + \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{S} + \text{OH}^-$
- d. $\text{NO}_3^- + \text{I}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{IO}_3^- + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- e. $\text{MnO}_4^{2-} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Cl}^-$
5. Setimbangkan persamaan reaksi redoks ini dengan cara perubahan bilangan oksidasi
- (a) $\underline{\hspace{1cm}} \text{HCl}(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{FeCl}_2(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}_2(aq) \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{FeCl}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l)$
- (b) $\underline{\hspace{1cm}} \text{I}_2(s) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(aq) \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{NaI}(aq)$
- (c) $\underline{\hspace{1cm}} \text{HNO}_3(aq) + \underline{\hspace{1cm}} \text{KI}(aq) \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{NO}(g) + \underline{\hspace{1cm}} \text{I}_2(s) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{KNO}_3(aq)$
- (d) $\underline{\hspace{1cm}} \text{PbO}(s) + \underline{\hspace{1cm}} \text{NH}_3(aq) \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{N}_2(g) + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}(l) + \underline{\hspace{1cm}} \text{Pb}(s)$

Kunci Jawaban Evaluasi

Bagian A

- | | |
|--------------|-------|
| 1. A | 11. B |
| 2. B | 12. B |
| 3. D | 13. D |
| 4. A | 14. C |
| 5. B | 15. B |
| 6. B | 16. A |
| 7. A | 17. D |
| 8. C | 18. C |
| 9. A | 19. C |
| 10. D | 20. B |

Bagian B

- Biloks C : a. +4 b. +3 c. +4 d. -3, -2, dan +3
- Biloks N : a. -1 b. -2 c. -3 d. +3
- Biloks Cr : a. +6 b. +6 c. +3 d. +6

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HBr} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - $3 \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4 + 2 \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - $2 \text{MnO}_4^- + 3 \text{S}^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{MnO}_2 + 3 \text{S} + 8 \text{OH}^-$
 - $10 \text{NO}_3^- + \text{I}_2 + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{IO}_3^- + 10 \text{NO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
 - $2 \text{MnO}_4^{2-} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{MnO}_4^- + 2 \text{Cl}^-$

- Koefisien reaksi : 2 - 2 - 1 - 2 - 2
 - Koefisien : 1 - 2 - 1 - 2
 - Koefisien : 8 - 6 - 2 - 3 - 4 - 6
 - Koefisien : 3 - 2 - 1 - 3 - 3

Bagian A : Skor maksimum 20 (skor tiap soal 1)

Bagian B : skor maksimum 59 (skor tiap jawaban benar 1)

Pedoman Umum Penilaian

1. Evaluasi Hasil Belajar = Aspek Kognitif + Aspek Psikomotor + Aspek Sikap
2. Bobot Kognitif : Psikomotor : Sikap = 30% : 50% : 20%
3. Evaluasi kognitif diambil dari tes formatif 1 s.d. 3 ditambah evaluasi akhir
4. Evaluasi psikomotor diambil dari Tugas 1 s.d. 3 dengan menggunakan format sbb.

Berikan tanda (V) sesuai prestasi kerja siswa

No.	Kegiatan	Kualitas Kerja		
		Baik (nilai3)	Sedang (nilai 2)	Kurang (nilai 1)
1	Menentukan reaksi redoks berdasarkan konsep oksigen dan hidrogen			
2	Menentukan reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi			
3	Menentukan penyetaraan redoks			
Jumlah tanda (V)				
Juml V x bobot				
Jumlah Nilai Sikap Kerja				
Nilai pada skala 10				

5. Evaluasi sikap diambil dari Tugas 1 s.d. 5 dengan menggunakan format sbb.

Berikan tanda (V) sesuai sikap kerja siswa

No.	Kegiatan	Sikap Kerja		
		kesungguhan, kecermatan dan kehati-hatian		
		Baik (nilai3)	Sedang (nilai 2)	Kurang (nilai 1)
1	Menentukan reaksi redoks berdasarkan konsep oksigen dan hidrogen			
2	Menentukan reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi			
3	Menentukan penyetaraan redoks			
Jumlah tanda (V)				
Juml V x bobot				
Jumlah Nilai Prestasi Kerja				
Nilai pada skala 10				

6. Dalam aspek kognitif modul ini harus dikuasai $\geq 80\%$, dalam aspek psikomotor dan sikap 90%.
7. Semua nilai kognitif, psikomotor dan afektif dikonveri ke skala 0-10
8. Nilai Prestasi Belajar (NPB) yaitu :

$$\text{NPB} = 0,3 (\text{Rata-rata nilai kognitif}) + 0,5 (\text{Rata-rata nilai psikomotor}) + 0,2 (\text{Rata-rata nilai sikap})$$

BAB IV

PENUTUP

Demikianlah modul ini dibuat untuk membantu siswa menyelesaikan salah satu sub kompetensi dari kompetensi menganalisa bahan secara kuantitatif. Siswa dapat melanjutkan ke modul berikutnya setelah mengikuti proses belajar mengajar minimal aspek kognitif 80%, aspek psikomotor dan sikap 90%.

DAFTAR PUSTAKA

Brady, James E., Holum, John R., 1994, **General of Chemistry, 5^d Edition**, New York : John Wiley & Son.

Bodner, George M., Pardue Harry L., 1995, **Chemistry an Experimental Science**, New York : John Wiley & Son second edition

Holtzclaw, Henry F. and Robinson, Holtzclaw. (1988). **College Chemistry with Qualitative Analysis**. Toronto : D.C. Health and Company, eighth edition.

Malone, Leo J, 1994, **Basic Concepts of Chemistry, 4th Edition**, New York : John Wiley & Son.

Yayan Sunarya, 2000, **Kimia Dasar 2**, Bandung : Alkemi Grafisindo Press,