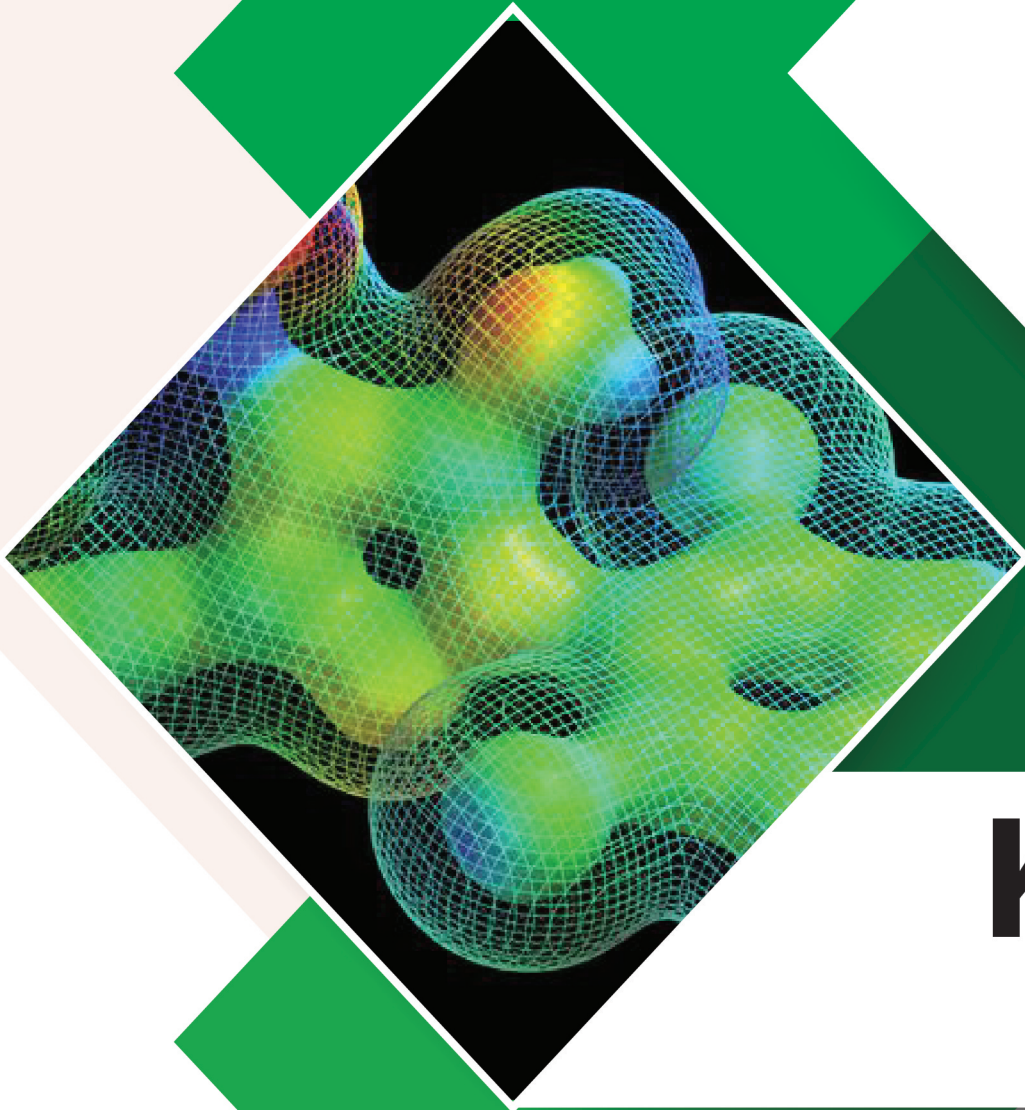




**SMA MUHAMMADIYAH 1
YOGYAKARTA**



KIMIA

Kelas XII

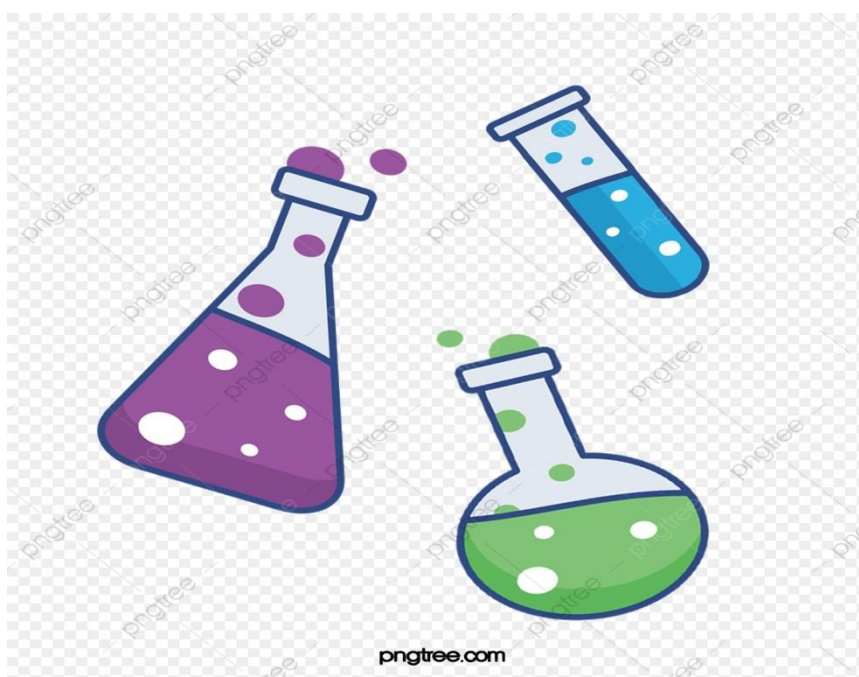
Modul Pembelajaran SMA

TIM MGMP KIMIA



MODUL BELAJAR KIMIA

KELAS XII



Disusun Oleh:

Marsuni, S.Pd

Dra. Dyah Hartanti Sulistyani, M.Pd.

Istiqomah Fenica Yusnita Sari, S.Pd.Gr



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah, sehingga penyusun mampu menyelesaikan modul yang berjudul “Modul Kimia Kelas XII Semester 1” ini. Pembuatan modul bertujuan sebagai salah satu bahan ajar penunjang yang dapat digunakan peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta pada mata pelajaran Kimia semester 1. Selain itu dengan disusunnya modul ini, maka diharapkan peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta mampu lebih mengembangkan ilmu pengetahuan dan keterampilannya terkait materi Kimia di kelas XII.

Penyusunan materi dalam modul ini telah disesuaikan dengan kurikulum 2013. Oleh sebab itulah kompetensi dasar dan kompetensi intinya diambil pada Permendikbud Nomor 37 Tahun 2018 tentang perubahan atas Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pelajaran pada kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Setiap kegiatan dalam modul ini terdiri dari 1 kompetensi dasar yang berisikan rangkuman singkat materi dan kegiatan latihannya.

Dalam penyusunannya, modul Kimia kelas XII semester 1 ini masih memiliki unsur ketidaksempurnaan. Oleh sebab itulah penyusun mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna meningkatkan kualitas modul nantinya. Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu serta mendukung kelancaran tersusunnya modul pembelajaran ini.

Yogyakarta, 2 Juni 2020

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengnta.....	1
Daftar Isi	2
I. Pendahuluan	
A. Deskripsi	3
B. Petunjuk Penggunaan Modul	3
II. Pembelajaran	
A. Sifat Koligatif Larutan	
a) Diagram Fase Larutan	7
b) Satuan Konsentrasi dalam Sifat Koligatif Larutan.....	8
c) Penurunan Tekanan Uap	10
d) Kenaikan Titik Didih Larutan	14
e) Penurunan Titik Beku Larutan.....	16
f) Tekanan Osmotik.....	18
g) Sifat Koligatif Larutan Elektrolit	19
h) Tes Formatif.....	20
B. Redoks dan Elektrokimia	
1. Penyetaraan Reaksi Redoks	
a) Pengertian Reaksi Osidasi dan Reduksi	25
b) Aturan Penentuan Biloks.....	26
c) Penyetaraan Reaksi Redoks dengan Cara Biloks	28
d) Penyetaraan Reaksi Redoks dengan Cara $\frac{1}{2}$ reaksi atau ion elektron.....	29
2. Sel Volta	
a) Potensial Elektrode Standar.....	31
b) Deret Volta.....	35
c) Perbedaan Sel Volta dan Sel Elektrolisis.....	37
d) Sel Volta dari Buah-Buahan.....	39
e) Sel Volta dalam Kehidupan Sehari-hari.....	40
f) Korosi	45
3. Sel Elektrolisis	
a) Konsep Elektrolisis.....	50
b) Reaksi-Reaksi Elektrolisis.....	51
c) Aspek Kuantitatif Elektrolisis	53
d) Penggunaan Sel Elektrolisis dalam industri.....	56
e) Tes Formatif.....	56
C. Unsur-Unsur dalam dan Kegunaannya	
1. Unsur-unsur Golongan Halogen	
a) Sifat-sifat Golongan Halogen.....	59
b) Reaksi-reaksi Halogen.....	61
c) Kegunaan Unsur Halogen dan Senyawanya	63
d) Pembuatan Unsur dan Senyawa Halogen.....	65
2. Unsur-unsur Golongan Gas Mulia	
a) Sifat Keperiodikan	70



b) Reaksi-reaksi Gas Mulia.....	72
c) Kegunaan gas mulia.....	73
d) Tes Formatif	78
3. Unsur-unsur Golongan Alkali	
a) Kelimpahan Unsur Golongan Alkali	70
b) Sifat Fisik dan Kimia Golongan Alkali.....	71
c) Reaksi-reaksi Logam Alkali.....	72
d) Pembuatan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali.....	73
e) Kegunaan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali.....	75
4. Unsur-unsur Golongan Alkalitanah	
a) Kelimpahan Unsur Golongan Alkalitanah	83
b) Sifat Fisik dan Kimia Golongan Alkalitanah	84
c) Reaksi-reaksi Logam Alkalitanah.....	85
d) Pembuatan Unsur dan Senyawa Golongan Alkalitanah.....	87
e) Kegunaan Unsur dan Senyawa Golongan Alkalitanah.....	89
f) Tes Formatif.....	90
5. Unsur-Unsur Periode Ketiga	
a) Kelimpahan Unsur Periode Ketiga.....	91
b) Sifat Fisik dan Kimia Unsur Logam Alkali Tanah	92
c) Reaksi-reaksi Logam Alkali Tanah.....	95
d) Pembuatan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali	97
e) Kegunaan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali Tanah	99
f) Tes Formatif	102
6. Unsur-Unsur Periode Keempat	
a) Sifat-sifat unsur Unsur Periode Ketiga	103
b) Manfaat Logam Transisi	109
c) Cara Pembuatan Logam Transisi Periode Ketiga	111
d) Tes Formatif	122
7. Unsur-Unsur Periode Keempat	
a) Sifat-sifat unsur transisi periode Keempat	124
b) Sifat Kimia Transisi Periode Keempat	128
c) Cara Pembuatan Logam Transisi Periode Keempat.....	131
d) Tes Formatif	136
Daftar Pustaka	

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Assalamualaikum wr. wb. salam jumpa ananda semuanya. Pada pembelajaran Kimia di semester 1 ini ananda akan mempelajari dan memahami mengenai Sifat Koligatif Larutan, Redoks dan Elektrokimia serta Unsur dalam Kehidupan. Modul ini akan membantu ananda dalam mempelajari dan memahami konsep materi, penerapan dalam kehidupan, dan peranannya dalam berbagai bidang untuk menemukan jawaban dari permasalahan dalam kehidupan dan industri.

Selama ini pembelajaran kimia juga dikaitkan dengan rumus-rumus, senyawa, reaksi dan hitungan yang susah, padahal banyak hikmah dan nilai yang bisa kita dapatkan dari mempelajari reaksi kimia dan senyawa-senyawa. reaksi kimia dalam ilmu memiliki peran dalam terciptanya benda yang ada di kehidupan sehari-hari sehingga lebih bermanfaat bagi manusia. Melalui ilmu kimia kita dapat memperoleh gambaran sifat koligatif larutan, perubahan energi kimia menjadi energi listrik maupun sebaliknya yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan, serta kegunaan unsur dan cara pengolahannya untuk mendukung berbagai industri. Ilmu kimia bukan hanya sekedar menghafalkan rumus dan menghitung melainkan lebih memahami peran ilmu kimia dalam keberlangsungan kehidupan yang lebih maju.

Maka dari itu, diharapkan melalui modul ini ananda dapat memahami bahwa pembelajaran kimia bukan tentang konsep materi dan hitungan, akan tetapi mengaitkannya dengan peranan diberbagai bidang dalam kehidupan dan industri. Oleh sebab itulah kita dapat lebih bijak dan lebih cerdas lagi dalam memanfaatkan perkembangan teknologi dan pengetahuan dengan tujuan untuk menciptakan benda-benda yang lebih bermanfaat dalam kehidupan dan lebih baik lagi dimasa yang akan datang.

B. Petunjuk Penggunaan Modul

Pada modul pembelajaran ini akan dibahas materi sesuai dengan kompetensi dasar yang sudah ditentukan. Setiap kegiatan pembelajaran akan dilengkapi dengan materi, latihan soal beserta pembahasan dan diakhiri dengan evaluasi berupa penilaian diri dengan berbagai bentuk tes yang disesuaikan dengan pembahasan atau materi yang dipelajari. Selain itu juga akan dilengkapi dengan lembar kerja keterampilan untuk mengasah dan melatih kreativitas peserta didik.

Supaya ananda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut.

1. Bacalah kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi pada modul. Hal ini akan memberi ananda arah dan petunjuk dan kemampuan yang akan diperoleh setelah mempelajari modul ini.
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya terlebih dahulu.
3. Pelajari permasalahan dengan seksama sesuai pemahaman ananda dan bukan menghafalkan.
4. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi ananda berkembang sesuai dengan kompetensi yang diharapkan.
5. Setiap mempelajari materi, ananda dapat memulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi) melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan tes formatif sebagai evaluasi pemahaman setiap pembelajaran.
6. Dalam mengerjakan tes formatif maupun tes sumatif, ananda diminta untuk tidak melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum menyelesaikan tes formatif.
7. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan keterampilan sampai ananda benar-benar terampil sesuai dengan kompetensi yang diharapkan.
8. Tingkatkan terus pemahaman ananda
 - a. Target minimal skor tes formatif adalah 75 (skala 100)
 - b. Jika target 75% belum tercapai, mintalah saran guru
 - c. Jika skor nilai ananda $\geq 75\%$, ananda diperbolehkan melanjutkan ke materi berikutnya.
9. Konsultasikan dengan guru apabila ananda mengalami kesulitan dalam mempelajari modul ini.
10. Sebelum memulai pembelajaran jangan lupa untuk berdoa terlebih dahulu.

BAB 1. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

A. Rencana Belajar Siswa (KD dan IPK)

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
<p>3.1 Menganalisis fenomena sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap jenuh, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis)</p>	<p>3.1.1 Mendefinisikan konsentrasi larutan dalam molar, molal, fraksi mol dan persen</p> <p>3.1.2 Menghitung kemolaran, kemolalan, fraksi mol dan persen larutan</p> <p>3.1.3 Menjelaskan diagram P-T pelarut dan larutan kaitannya dengan titik didih dan titik beku pelarut dan larutan pada berbagai tekanan.</p> <p>3.1.4 Menjelaskan akibat penurunan tekanan uap larutan terhadap titik beku, titik didih larutan.</p> <p>3.1.5 Menggunakan konsentrasi fraksi mol untuk menghitung penurunan tekanan uap</p> <p>3.1.6 Menggunakan konsentrasi molal untuk menghitung kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan</p> <p>3.1.7 Menjelaskan terjadinya osmosis</p> <p>3.1.8 Mengenali larutan hipotonis, isotonis dan hipertonis</p> <p>3.1.9 Menggunakan konsentrasi Molar, untuk menghitung tekanan osmotik larutan</p> <p>3.1.10 Menyusun rangkuman penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari</p>
<p>4.1. Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang kegunaan prinsip sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>4.2.1 Menyajikan kegunaan prinsip sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>4.2.2 Menganalisis kegunaan prinsip sifat koligatif larutan</p>
<p>3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit</p>	<p>3.2.1 Membandingkan jumlah partikel elektrolit dan non elektrolit dalam larutan dengan konsentrasi sama</p> <p>3.2.2 Mendefinisikan faktor van't Hoff</p> <p>3.2.3 Menerapkan faktor van't Hoff untuk menghitung sifat koligatif larutan elektrolit</p> <p>3.2.4 Menerapkan faktor van't Hoff untuk membandingkan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit</p>
<p>4.2. Menganalisis data percobaan untuk menentukan derajat pengionan</p>	<p>4.2.3 Mengolah data percobaan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit</p> <p>4.2.4 Menganalisis data percobaan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit</p>

A. Rencana Kegiatan Belajar

Ananda kelas XII yang ibu banggakan, untuk materi yang pertama kita akan mempelajari sifat koligatif larutan. Dalam pembelajaran ini kita akan mempelajari konsep sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit, melakukan percobaan untuk membandingkan perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit elektrolit dan nonelektrolit serta penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan manusia.

B. Kegiatan Belajar

KEGIATAN BELAJAR 1

a) Diagram Fase Larutan

Seperti Ananda ketahui, air dapat berada dalam fasa gas, cair, dan padat bergantung pada suhu dan tekanan. Larutan terdiri atas zat terlarut dan pelarut. Zat yang paling sering digunakan untuk pelarut adalah air karena merupakan pelarut yang baik. Zat-zat yang tidak larut dalam air dapat larut dalam pelarut organik yang nonpolar, misalnya toluena yang merupakan zat terlarut dalam pelarut benzena. Semua zat terlarut apapun jenisnya akan memiliki sifat koligatif jika telah bercampur dengan pelarutnya.

Diagram fasa dapat digunakan untuk menyatakan sifat koligatif larutan, seperti kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan penurunan tekanan uap. Jika ke dalam air ditambahkan zat non volatil, larutan yang terbentuk akan memiliki titik didih lebih tinggi dibandingkan pelarut murninya. Adapun titik beku larutan akan lebih rendah dibandingkan titik beku pelarut murninya. Mari kita bandingkan dengan diagram fase larutan dengan diagram fase pelarutnya yaitu H₂O, seperti tampak pada diagram P – T larutan berikut.

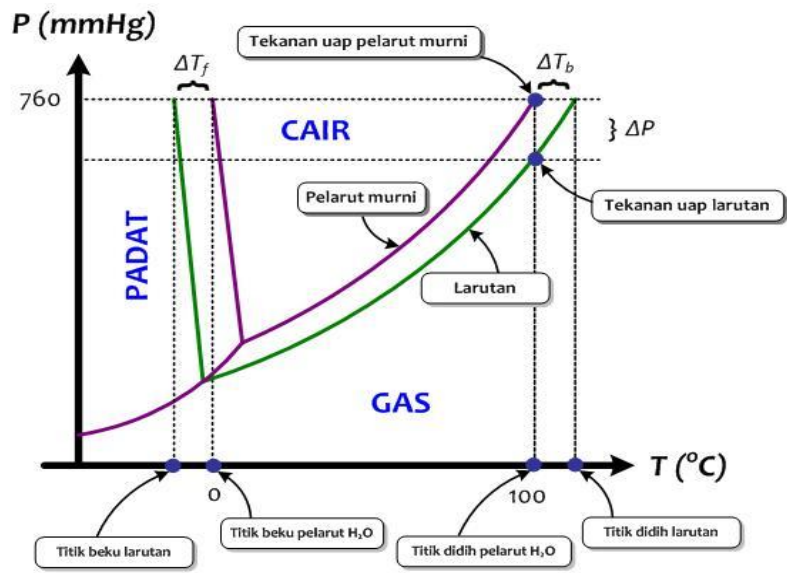


Diagram P – T Larutan

Larutan mempunyai tekanan uap lebih rendah dari pada pelarut murninya (dalam hal ini air). Oleh karena itu garis didih dan garis beku larutan berada di bawah garis didih

dan garis beku pelarutnya. Penurunan tekanan uap tersebut berpengaruh terhadap titik didih dan titik beku larutan, seperti yang tampak pada diagram P – T larutan di atas, tekanan uap larutan belum 760 mmHg pada suhu 100 °C. oleh karena itu belum mendidih. Larutan akan mendidih pada suhu di atas 100 °C yaitu ketika tekanan uapnya mencapai 760 mmHg. Dengan kata lain, larutan mempunyai titik didih lebih tinggi dari pada pelarutnya. Sebaliknya, penurunan tekanan uap menyebabkan titik beku larutan lebih rendah dibandingkan dengan titik beku pelarutnya

b) Satuan Konsentrasi dalam Sifat Koligatif Larutan

1) Fraksi mol

Fraksi mol merupakan satuan konsentrasi yang semua komponen larutannya dinyatakan berdasarkan mol.

- Fraksi mol pelarut (X_p)

$$X_p = \frac{n_p}{n_p + n_t}$$

- Fraksi mol zat terlarut (X_t)

$$X_t = \frac{n_t}{n_p + n_t}$$

$$X_p + X_t = 1$$

Keterangan;

X_p : fraksi mol pelarut

X_t : fraksi mol zat terlarut

n_p : mol pelarut

n_t : mol zat terlaru

Contoh soal:

Tentukan fraksi mol zat terlarut dan pelarut, jika ke dalam 90 gram air dilarutkan dilarutkan 1 gram NaOH! (Ar Na=23, O=16, H=1).

Pembahasan

Fraksi mol zat terlarut	Fraksi mol zat pelarut
$X_t = \frac{n_t}{n_p + n_t}$ $= \frac{1/40}{\frac{90}{18} + 1/40}$ $= \frac{0,025}{5 + 0,025}$ $= 0,005$	$X_p = \frac{n_p}{n_p + n_t}$ $= \frac{90/18}{\frac{90}{18} + 1/40}$ $= \frac{5}{5 + 0,025}$ $= 0,995$

2) Molalitas (m)

Kemolalan/molalitas menyatakan banyaknya mol zat yang terlarut dalam 1000 gram pelarut.

$$m = \frac{\text{mol zat terlarut}}{1000 \text{ gram pelarut}}$$

$$m = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{p}$$

Keterangan;

g = massa terlarut (gram)

p = massa zat pelarut (gram)

Contoh soal:

Tentukan kemolalan larutan yang dibuat dengan melarutkan 4,5 gram glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dengan $Mr=180$, dalam 100 gram air.

Pembahasan:

$$\begin{aligned} m &= \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{p} \\ &= \frac{4,5}{180} \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,025 \times 10 = 0,25 \text{ molal} \end{aligned}$$

3) Molaritas (M)

Kemolalan/molalitas menyatakan banyaknya mol zat yang terlarut dalam 1000 mililiter (1 liter) larutan.

$$M = \frac{\text{mol zat terlarut}}{1000 \text{ ml larutan}}$$

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{v}$$

Keterangan;

g = massa terlarut (gram)

v = volume larutan (L)

Contoh Soal

Berapa gram urea ($CO(NH_2)_2$) harus dilarutkan dalam 50 ml air agar kemolaran larutan sama dengan 0,1 molar? Diketahui Ar C=12, O=6, N=14, H=1.

Pembahasan

$$\begin{aligned} M &= \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{v} \\ 0,1 &= \frac{x}{60} \times \frac{1000}{50} \\ 20x &= 0,1 \cdot 60 \\ x &= 0,3 \text{ gram} \end{aligned}$$

Untuk penjelasan secara langsung ikuti penjelasan satuan konsentrasi dalam larutan elektrolit melalui link berikut: <https://youtu.be/OK1oAat8f04>

Rangkuman

- Fraksi mol merupakan satuan konsentrasi yang semua komponen larutannya dinyatakan berdasarkan mol.
- Kemolalan/molalitas menyatakan banyaknya mol zat yang terlarut dalam 1000 gram pelarut.
- Kemolalan/molalitas menyatakan banyaknya mol zat yang terlarut dalam 1000 mililiter (1 liter) larutan.

Latihan Soal 1.1

Untuk memahami konsep konsentrasi larutan kerjakan soal latihan berikut!

- Tentukan fraksi mol zat terlarut dan pelarut, jika ke dalam 60 gram air dilarutkan 6 gram urea ($M_r=60$ gram/mol)!
- Berapakah molalitas suatu larutan 10% massa C_2H_5OH dengan $M_r=46$ gram/mol?
- Hitung massa $NaOH$ ($M_r=40$ gram/mol) yang harus dilarutkan untuk membuat 1 molal larutan gula dalam 500 gram air!

KEGIATAN BELAJAR 2

Sifat koligatif larutan

Seringkali ketika kecil, ketika ada lintah di halaman, kita disuruh untuk membunuhnya dengan hanya menaburinya dengan garam. Sang lintah terlihat tidak mampu bertahan dengan tiap butiran garam dan mati dalam keadaan menyusut. Mengapa garam dapat membunuh lintah dan gastropoda seperti siput?



Gambar peristiwa osmosis

Dalam tubuh lintah mengandung cairan yang konsentrasinya rendah sehingga bila diberi garam yang konsentrasinya lebih tinggi maka cairan akan keluar dari tubuh lintah melalui selaput kulit yang semipermeable. Molekul pelarut akan merembes dari larutan yang lebih encer ke larutan yang lebih pekat. Proses perpindahan molekul partikel pelarut dari larutan yang lebih encer ke larutan yang lebih pekat disebut peristiwa **osmosis**. Tekanan hidrostatik yang dihasilkan dari proses osmosis yang dapat menahan perpindahan molekul-molekul pelarut disebut tekanan osmosis. Tekanan osmosis merupakan salah satu sifat koligatif larutan.

Sifat koligatif larutan dikemukakan oleh Raoult, dikenal dengan **hukum "Raoult"**. Sifat ini berlaku untuk larutan encer, sifat koligatif merupakan sifat larutan tidak bergantung pada jenis zat terlarut tetapi bergantung pada jumlah zat terlarut. Apabila suatu pelarut ditambah dengan sedikit zat terlarut maka akan didapat suatu larutan yang mengalami:

1. Penurunan tekanan uap jenuh
2. Kenaikan titik didih
3. Penurunan titik beku
4. Tekanan osmosis

Banyaknya partikel dalam larutan ditentukan oleh konsentrasi larutan dan sifat larutan itu sendiri.

a) Penurunan tekanan uap jenuh

Tahukah ananda pada saat berenang di laut mati, mengapa kita tidak akan tenggelam? Di laut mati konsentrasi zat terlarutnya (garam) sangat tinggi. Laut mati ini merupakan salah satu contoh dari penurunan tekanan uap pelarut oleh zat terlarut yang tidak mudah menguap, nah biasanya kadar garam pada laut mati ini sangat tinggi dibandingkan dengan laut pada umumnya. Dengan adanya kadar yang sangat tinggi menyebabkan air itu tidak mudah menguap. biasanya laut mati ini berada pada daerah gurun yang cuacanya sangat panas.

Hal ini tentu saja, dapat dimanfaatkan sebagai sarana hiburan atau rekreasi bagi manusia. Penerapan prinsip yang sama dengan laut mati dapat kita temui di beberapa tempat wisata di Indonesia yang berupa kolam apung.



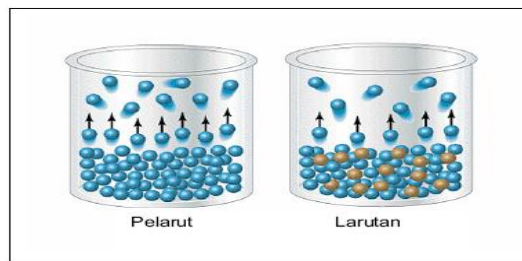
Gambar Laut mati dengan kadar garam tinggi



Gambar Kolam Apung

Kolam apung Atlantis Water Adventure yang berada di Taman Impian Jaya Ancol Jakarta dimana air yang berada di kolam apung ini memiliki kadar garam yang sangat tinggi, bahkan 10 kali lipat tingginya dibandingkan kadar garam rata-rata dilautan. Air atau pelarut yang ada di kolam apung ini sulit menguap karena tekanan uap pelarut menurun disebabkan karena konsentrasi kadar garam yang sangat tinggi. Semakin banyak jumlah zat terlarut, maka pelarut semakin sukar menguap. Dengan kata lain, adanya zat terlarut menyebabkan penurunan tekanan uap cairan. Karena memiliki konsentrasi zat terlarut sangat tinggi, maka pada saat kita berenang di sini akan mengapung atau tidak tenggelam. Ananda cari penerapan penurunan tekanan uap yang lain dalam kehidupan sehari-hari ya?

Apakah perbedaan tekanan uap antara pelarut dan larutan yang tertera pada gambar berikut?



Penambahan suatu zat ke dalam zat cair menyebabkan penurunan tekanan uapnya. Hal ini disebabkan karena zat terlarut itu mengurangi bagian atau fraksi dari pelarut, sehingga kecepatan penguapan berkurang. Selisih tekanan uap jenuh pelarut murni dengan tekanan uap jenuh larutan disebut penurunan tekanan uap jenuh larutan.

$$\Delta P = P^{\circ} - P$$

Penurunan tekanan uap berbanding lurus dengan fraksi mol zat terlarut. Menurut Raoult :

$$\Delta P = X_t \cdot P^{\circ}$$

$$P = X_P \cdot P^{\circ}$$

Keterangan:

P° : tekanan uap jenuh pelarut murni

P : tekanan uap jenuh larutan

ΔP : penurunan tekanan umum

Contoh soal :

Ke dalam 10 mol air ditambahkan 2 mol glukosa. Bila tekanan uap jenuh air murni pada 100 °C adalah 1 atm, berapa penurunan tekanan uap jenuh larutan pada 100 °C?

Jawaban penyelesaian:

$$\Delta P = X_{zt} \cdot P^{\circ} \quad \rightarrow \quad X_{zt} = \frac{n_{zt}}{n_p + n_{zt}}$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 1 \text{ atm} \quad = \frac{2}{10 + 2}$$

$$= \frac{1}{6} \text{ atm} \quad = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$$

Untuk penjelasan secara langsung ikuti penjelasan penurunan tekanan uap melalui link berikut: https://youtu.be/29_HTTZkUZw

Latihan Soal 1.2

Untuk memahami konsep penurunan titik beku larutan kerjakan soal latihan berikut!

1. Tekanan uap jenuh air murni pada suhu 30 °C adalah 31,8 mmHg dan fraksi mol suatu zat dalam air adalah 0,044. Tentukan penurunan tekanan uap larutan pada suhu tersebut!
2. Pada suhu tertentu benzena murni mempunyai tekanan uap 75 mmHg. Berapakah tekanan uap benzena ($M_r=78$ gram/mol) pada larutan 6,4% naftalena ($M_r=128$ gram/mol).

b) Kenaikan titik didih

Pastinya ananda pernah masak air didapur kan? Kadang untuk masak , untuk buat teh hangat, kopi, atau pun susu hangat. Titik didih zat cair adalah suhu tetap pada saat zat cair mendidih. Pada suhu ini, tekanan uap zat cair sama dengan tekanan udara di sekitarnya. Hal ini menyebabkan terjadinya penguapan di seluruh bagian zat cair. Titik didih zat cair diukur pada tekanan 1 atmosfer. Ananda cari penerapan kenaikan titik didih yang lain dalam kehidupan sehari-hari ya?



Gambar air mendidih

Dari hasil penelitian, ternyata titik didih larutan selalu lebih tinggi dari titik didih pelarut murninya. Hal ini disebabkan adanya partikel – partikel zat terlarut dalam suatu larutan menghalangi peristiwa penguapan partikel – partikel pelarut. Oleh karena itu, penguapan partikel – partikel pelarut membutuhkan energi yang lebih besar. Perbedaan titik didih larutan dengan titik didih pelarut murni di sebut kenaikan titik didih. Contohnya air mendidih pada 100 oC.

Adanya penurunan tekanan uap jenuh mengakibatkan titik didih larutan lebih tinggi dari titik didih pelarut murni.

$$\Delta T_b = m \cdot K_b$$

$$T_b = T_b^\circ + \Delta T_b$$

dimana:

T_b = titik didih larutan

T_b° = titik didih pelarut

K_b = tetapan kenaikan titik didih molal

Titik didih suatu zat adalah suhu yang tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan di atas permukaan zat cair.

Contoh soal:

Hitunglah massa molekul relatif (M_r) zat X, jika 2 gram zat X tersebut dilarutkan ke dalam 250 gram benzena (K_b benzena = 5,12) dan terjadi kenaikan titik didih sebesar 0,8 °C.

Jawab :

$$\Delta T_b = m \cdot k_b$$

$$\Delta T_b = \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{P} \cdot K_b$$

$$0,8 = \frac{2}{M_r} \cdot \frac{1000}{250} \cdot 5,12$$

$$M_r = \frac{2 \cdot 5,12}{0,8} = 12,8$$

Untuk penjelasan secara langsung ikuti penjelasan kenaikan titik didih larutan melalui link berikut: <https://youtu.be/q1SoT6VAhgg>

Latihan Soal 1.3

Untuk memahami konsep kenaikan titik didih larutan kerjakan soal latihan berikut!

- Ke dalam 600 gram air dilarutkan 27 gram senyawa non elektrolit dengan $M_r=180$. Jika diketahui K_b air = $0,52^\circ\text{C}/\text{m}$ maka tentukan titik didih larutan yang terjadi!
- Suatu larutan urea dalam air mempunyai penurunan titik beku $0,371^\circ\text{C}$. Bila K_f molal air = $1,86^\circ\text{C}$ dan K_b molal air = $0,52^\circ\text{C}$, hitung kenaikan titik didih larutan urea!

KEGIATAN BELAJAR 3

c) Penurunan titik beku (ΔT_f)

Untuk daerah beriklim dingin , seperti negara Jepang, Korea, Inggris, maupun Jerman jika hujan salju turun maka seluruh jalan raya banyak ditutupi oleh hamparan salju yang sangat banyak , dan tentu saja membuat para pengguna jalan sangat sulit untuk menggerakkan kendaraannya yang diselimuti saja , kita dapat menaburi garam seperti NaCl dan CaCl_2 . Penaburan garam tersebut dapat mencairkan salju. Semakin banyak garam yang ditaburkan, akan semakin banyak pula salju yang mencair. Ananda cari penerapan penurunan titik beku yang lain dalam kehidupan sehari-hari ya?



Gambar. Pembersihan salju

Air murni membeku pada suhu 0°C , dengan adanya zat terlarut misalnya gula didalam air tersebut maka titik beku larutan ini tidak akan sama dengan 0°C , melainkan akan turun dibawah 0°C , inilah yang dimaksud sebagai “penurunan titik beku”.

Untuk penurunan titik beku persamaannya dinyatakan:

$$\Delta T_f = m \cdot K_f$$

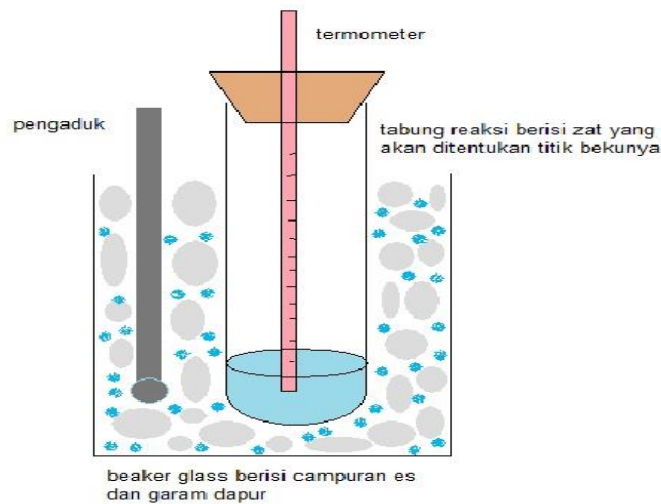
$$T_f = T_f^\circ - \Delta T_f$$

keterangan:

K_f = Tetapan penurunan titik beku molal

T_f° = titik beku pelarut

T_f = titik beku larutan



Adanya zat terlarut dalam larutan akan mengakibatkan titik beku larutan lebih rendah daripada titik beku pelarutnya.

Contoh:

Dalam 1000gram air, dilarutkan $C_{12}H_{22}O_{11}$ ($M_r = 342$) sebanyak 34,2 gram dan dilarutkan juga X gram $C_6H_{12}O_6$ ($M_r = 180$). Titik beku larutan tersebut adalah $-0,38$ °C. Jika K_f air = 1,9 maka hitung massa zat X!

Jawab :

Ada 2 zat terlarut $\rightarrow \Delta T_f = T_f^o - T_f = 0 - (-0,38) = 0,38$ °C

$$m = (n_1 + n_2) \cdot \frac{1000}{P}$$

$$\Delta T_f = m \cdot K_f$$

$$= \left(\frac{34,2}{342} + \frac{x}{180} \right) \cdot \frac{1000}{1000}$$

$$0,38 = \left(\frac{34,2}{342} + \frac{x}{180} \right) \cdot 1,9$$

$$= \frac{34,2}{342} + \frac{x}{180}$$

$$x = 18 \text{ gram}$$

Untuk penjelasan secara langsung ikuti penjelasan penurunan titik beku larutan melalui link berikut: <https://youtu.be/lzKUfMSDSyQ>

Latihan Soal 1.4

Untuk memahami konsep penurunan titik beku larutan kerjakan soal latihan berikut!

- Untuk menurunkan titik beku 2,5 liter air (massa jenis 1 g/cm³) menjadi $-0,74$ °C pada tekanan 1 atm ($K_f = 1,86$), diperlukan jumlah gula ($M_r = 342$) yang harus dilarutkan sebanyak ... gram
- Ke dalam 250 gram air ditambahkan 12 gram urea $CO(NH_2)_2$. Jika K_b air = $0,52$ °C, K_f air = $1,86$ °C, dan A_r C = 12, N = 14, O = 16, H = 1, maka tentukan titik beku larutan urea tersebut!

Kegiatan Keterampilan Pembuatan Produk

Tahukah ananda mengapa pada pembuatan es krim keliling (es puter) ditambahkan garam dapur?



Pedagang es krim menambahkan garam dapur pada pembuatan es krim. Ketika ditambahkan garam dapur (rock salt) kedalam adonan es krim membuat titik didih es krim turun menjadi dibawah 0°C .

Penugasan

Simaklah video pembuatan es puter berikut:

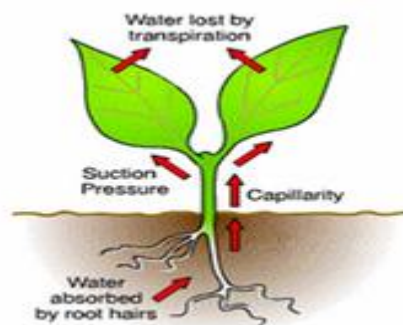
<https://www.youtube.com/watch?v=Z3XAwHjamsM>

<https://www.youtube.com/watch?v=7D1qdMIM9MA>

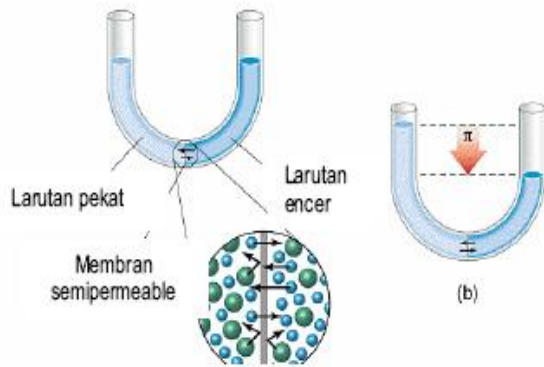
Buatlah es krim dengan mengaplikasikan penurunan titik beku, poses pembuatannya ananda video dan dikirimkan ke GoogleClassroom masing-masing kelas.

4) Tekanan osmosis

Pernakah ananda berpikir bagaimana akar bisa menyerap air dari dalam tanah? Air diserap oleh tanaman melalui akar. Tanaman mengandung zat-zat terlarut sehingga konsentrasinya lebih tinggi daripada air di sekitar tanaman sehingga air dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Ananda cari penerapan tekanan osmosis yang lain dalam kehidupan sehari-hari ya?



Tekanan osmosis adalah tekanan yang diberikan pada larutan yang dapat menghentikan perpindahan molekul-molekul pelarut ke dalam larutan melalui membran semi permeabel (proses osmosis) seperti ditunjukkan pada gambar:



Isotonik : larutan dengan tekanan osmotik sama ($\pi_1 = \pi_2$)

Hipertonik : larutan dengan tekanan osmotik lebih tinggi ($\pi_1 > \pi_2$)

Hipotonik : larutan dengan tekanan osmotik lebih rendah ($\pi_1 < \pi_2$)

$$\pi = M R T$$

Dimana :

M = konsentrasi

R = tetapan umum gas (0,082mol/L K)

T = suhu ($t\text{ }^{\circ}\text{C} + 273$) K

Contoh soal :

Larutan 3 gram glukosa ($M_r=180$) dalam 250ml air pada suhu sama isotonik dengan 4,6 gram X dalam 500ml air. Tentukan massa molekul relatif (M_r) zat X!

Jawab :

$$\text{Isotonik} \rightarrow \pi_1 = \pi_2$$

$$M_1 \cdot R_1 \cdot T_1 = M_2 \cdot R_2 \cdot T_2$$

$$\text{Bila } T_1 = T_2 \text{ maka } \rightarrow M_1 = M_2$$

$$\frac{3}{180} \cdot \frac{1000}{250} = \frac{4,6}{M_r X} \cdot \frac{1000}{500}$$

$$\frac{12}{180} = \frac{9,2}{M_r X}$$

$$M_r X = \frac{9,2 \cdot 180}{12} = 138$$

Untuk penjelasan secara langsung ikuti penjelasan tekanan osmotik melalui link berikut: <https://youtu.be/q1SoT6VAhgg>

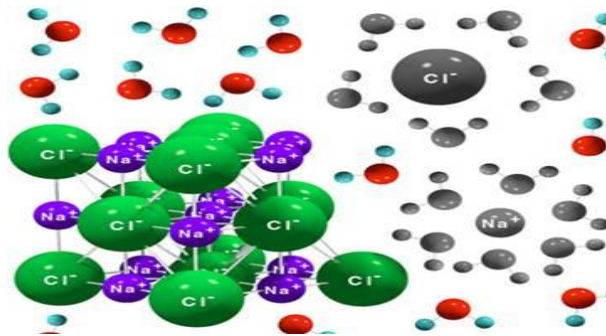
Latihan Soal 1.5

Untuk memahami konsep Tekanan Osmotik larutan kerjakan soal latihan berikut!

- Pada suhu 27°C, glukosa ($M_r = 180$) sebanyak 7,2 gram dilarutkan dalam air sampai volume 400 mL. Jika $R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$, tentukan tekanan osmotik larutan!
- Tekanan osmosis darah pada suhu 137 °C adalah 7,65 atm. Berapa gram glukosa ($M_r=180$) harus dilarutkan dalam air untuk memperoleh 2 liter larutan glukosa yang isotonic dengan darah?

Sifat koligatif larutan elektrolit

Zat elektrolit dalam air akan terionisasi atau terurai menjadi ion-ion, sehingga menyebabkan penambahan jumlah partikel.



Sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar daripada larutan nonelektrolit, untuk larutan yang konsentrasinya sama.

Jika dibandingkan, antara partikel zat setelah terionisasi dan sebelum terionisasi terjadi penambahan $1+(n-1) \alpha$ kali. Penambahan ini dinamakan factor Van't Hoff atau faktor i . Sifat koligatif larutan elektrolit dipengaruhi oleh faktor Van't Hoff atau faktor i .

$$i = 1 + (n-1) \alpha$$

$$\text{Bila } \alpha = 1 \text{ maka } i = n$$

n = jumlah ion

α = derajat disosiasi

Sehingga untuk larutan elektrolit:

- Penurunan tekanan uap

$$\Delta P = X_p \cdot P^\circ \cdot i$$

- Kenaikan titik didih

$$\Delta T_b = m \cdot K_b \cdot i$$

- Penurunan titik beku

$$\Delta T_f = m \cdot K_f \cdot i$$

- Tekanan osmosis

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

Contoh soal:

Satu gram $MgCl_2$ dilarutkan dalam 500ml air. Bila derajat ionisasi = 0,9 dan K_b air = $0,52\text{ }^\circ\text{C}$, tentukan titik didih larutan!

Jawab :

$$\Delta T_b = m \cdot k_b \cdot i$$



$$\begin{aligned} \Delta T_b &= \frac{g}{Mr} \cdot \frac{1000}{P} \cdot K_b \cdot i \\ &= \frac{1}{95} \cdot \frac{1000}{500} \cdot 0,52 \cdot \{1 + (3 - 1)0,9\} \\ &= 0,022 \cdot 0,52 \cdot 2,8 \\ &= 0,032\text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Latihan Soal 1.6

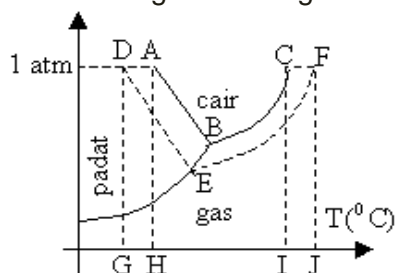
Untuk memahami konsep sifat koligatif larutan elektrolit, kerjakan soal latihan berikut!

1. Larutan non elektrolit mendidih pada suhu $101,04\text{ }^\circ\text{C}$ untuk larutan garam dapur (terionisasi 80%) agar mendidih pada temperatur sama maka tentukan massa garam dapur yang harus dilarutkan dalam 1000 gram air! $K_b=0,52$
2. Larutan 0,05 mol suatu garam MA dalam 100 gram air membeku pada $-1,55\text{ }^\circ\text{C}$. Bila tetapan penurunan titik beku molal dari air adalah 1,86 maka hitunglah derajat ionisasi larutan garam MA!
3. Suatu larutan A diperoleh dengan melarutkan 6 g urea ($Mr = 60$) ke dalam 500 ml air. Larutan B diperoleh dengan melarutkan 5,85 g NaCl ($Mr= 58,5$) dalam 250 ml air. Pada suhu yang sama, tentukan perbandingan tekanan osmotik larutan A dan larutan B!

C. Tes Formatif

Pilihlah satu jawaban A, B, C, D, atau E yang benar!

1. Perhatikan gambar diagram PT berikut!



Bagian yang menunjukkan garis beku larutan adalah

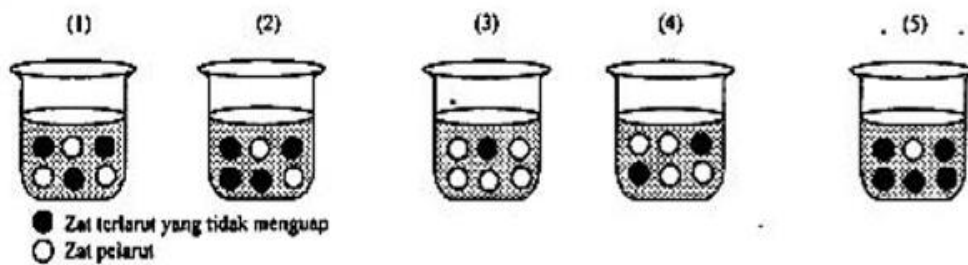
- A – B
- D – E
- G – H
- E – F
- I – J

2. Berikut ini beberapa penerapan sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari:
- 1) Penambahan garam dalam pembuatan es putar
 - 2) Penyerapan air oleh akar tanaman
 - 3) Penggunaan garam untuk mencairkan salju
 - 4) Menambahkan etilen glikol pada radiator mobil
 - 5) Penggunaan garam untuk membunuh lintah

Penerapan tekanan osmotik terdapat pada peristiwa nomor

- A. 1 dan 3
- B. 1 dan 4
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 5
- E. 4 dan 5

3. Perhatikan gambar berikut!

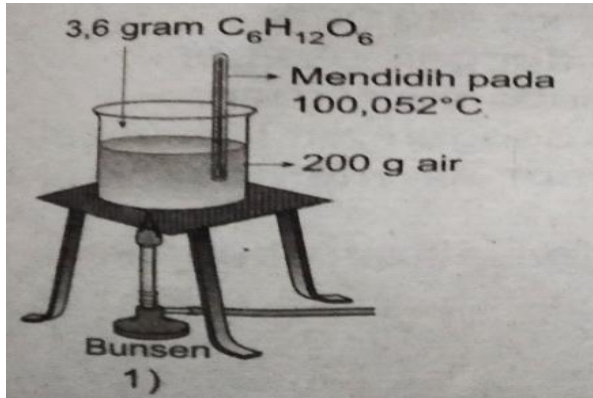


Larutan yang mempunyai tekanan uap paling kecil ditunjukkan oleh gambar nomor

....

- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
4. Tekanan uap jenuh larutan 124 gram zat A (nonelektrolit) dalam 684 gram air adalah 76 mmHg. Pada temperatur yang sama tekanan uap jenuh air murni sama dengan 80 mmHg. Massa molekul relatif zat A adalah
- A. 342
 - B. 180
 - C. 90
 - D. 65
 - E. 60
5. Tekanan uap jenuh larutan yang terdiri dari 1,2 gram urea ($M_r=60$) dalam 540 gram air pada suhu $t^\circ\text{C}$ adalah 45 mmHg. Tekanan uap jenuh air pada suhu tersebut adalah mmHg.
- A. 44,70
 - B. 44,97
 - C. 45,01
 - D. 45,03
 - E. 46,70

6. Seorang siswa melakukan percobaan untuk menyelidiki titik didih larutan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) seperti pada gambar berikut!



Titik didih larutan diukur dengan menggunakan termometer seperti gambar diatas. Jika $M_r C_6H_{12}O_6 = 180 \text{ g mol}^{-1}$, $M_r Na_2SO_4 = 142 \text{ g mol}^{-1}$ dan $T_b \text{ air} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, tetapan titik didih molal air dalam larutan glukosa adalah $^\circ\text{C/molal}$

- A. 0,52
 - B. 0,54
 - C. 0,55
 - D. 0,56
 - E. 0,57
7. Perhatikan tabel data larutan berikut!

Larutan	Konsentrasi	Titik didih larutan
Non elektrolit	1 m	101,80
Elektrolit terner	1 m	104,68

Jika tetapan titik didih molal air adalah $1,86 \text{ }^\circ\text{C/molal}$. Derajat ionisasi larutan elektrolit terner tersebut adalah...

- A. 0,40
 - B. 0,50
 - C. 0,76
 - D. 0,90
 - E. 1,00
8. Ke dalam 500 gram air dilarutkan 13,35 gram senyawa $AlCl_3$. Jika $K_b \text{ air} = 0,52 \text{ }^\circ\text{C/mol}$, harga $\alpha = 0,8$, kenaikan titik didih larutan tersebut adalah ... $^\circ\text{C}$ ($A_r : Al = 27, Cl = 35,5$)
- A. 0,163
 - B. 0,354
 - C. 0,416
 - D. 0,659
 - E. 0,832

9. Perhatikan beberapa larutan garam dengan konsentrasi sama berikut:

- 1) Kalsium karbonat
- 2) Barium klorida
- 3) Besi (III) klorida
- 4) Aluminium sulfat
- 5) Kalium nitrat

Larutan garam yang memiliki titik beku paling rendah adalah

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

10. Data percobaan tentang titik beku empat larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut:

No	Zat terlarut	Larutan	
		Konsentrasi (m)	Titik Beku (°C)
1	CO(NH ₂) ₂	1	-2
2	CO(NH ₂) ₂	2	-4
3	NaCl	1	-4
4	NaCl	2	-8

Pada konsentrasi yang sama, larutan CO(NH₂)₂ memiliki titik beku yang berbeda dengan larutan NaCl. Hal ini disebabkan kedua larutan

- A. Sama-sama larutan elektrolit
- B. Sama-sama larutan nonelektrolit
- C. Memiliki molekul yang tidak sama besarnya
- D. Mempunyai derajat ionisasi yang sama
- E. Menghasilkan jumlah partikel yang tidak sama banyak

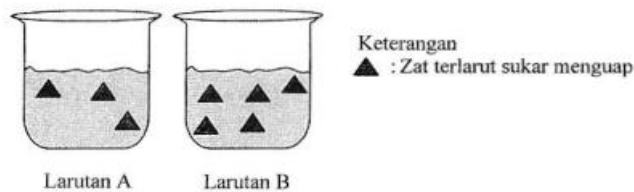
11. Kedalam 100 gram benzene (titik beku=5,46 °C) dilarutkan 6,4 gram naftalena(C₁₀H₈). Bila tetapan penurunan titik beku benzene adalah 5,1 °C mol⁻¹, maka titik beku larutan yang terbentuk adalah °C. (Ar C=12, H=1)

- A. -2,55
- B. -2,00
- C. 2,55
- D. 2,91
- E. 5,46

12. Sebanyak 7,3 gram NaCl dan 34,2 gram zat non elektrolit dilarutkan dalam 500 gram air. Larutan membeku pada suhu -1,86 °C. Bila factor van hoff untuk NaCl dianggap =2, maka Mr zat non elektrolit tersebut adalah (Ar Na = 23, Cl = 35,5, Kf = 1,86)

- A. 60
- B. 85,5
- C. 171
- D. 300
- E. 342

13. Apabila seseorang memerlukan injeksi cairan nutrisi/infus, cairan infus tersebut harus bersifat isotonik dalam darah. Injeksi cairan nutrisi/infus (NaCl , $M_r \text{NaCl}=58,5$) harus isotonik dengan cairan dalam darah berkisar 9,84 atm pada suhu 27°C . Apabila seseorang memerlukan 1 liter cairan infus, massa NaCl yang dibutuhkan adalah gram. ($R=0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
- 2,34
 - 4,68
 - 5,85
 - 11,7
 - 23,4
14. Pada temperatur yang sama x gram $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ($M_r = 342$) dilarutkan dalam 750 ml isotonik dengan 10,4 gram BaCl_2 ($M_r = 208$) dalam 250ml larutan. Harga x adalah gram.
- 154,3
 - 57,8
 - 28,9
 - 4,04
 - 3,37
15. Perhatikan gambar ilustrasi komposisi larutan berikut ini



- Pernyataan yang tepat untuk kedua larutan tersebut adalah
- Tekanan osmotik larutan A lebih tinggi daripada larutan B
 - Titik didih larutan A lebih tinggi daripada larutan B
 - Titik beku larutan A lebih tinggi daripada larutan B
 - Tekanan uap larutan A lebih rendah daripada larutan B
 - Larutan A isotonik dengan larutan B

BAB 2. REDOKS DAN ELEKTROKIMIA

B. Rencana Belajar Siswa (KD dan IPK)

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.3 Menyetarakan persamaan reaksi redoks	3.3.1 Mengidentifikasi benda-benda yang menggunakan baterai sebagai sumber energi. 3.3.2 Menjelaskan cara menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks. 3.3.3 Menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi. 3.3.4 Merancang percobaan penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentusera melaporkan hasilnya.
4.3 Menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data hasil percobaan	4.3.1 Melakukan percobaan penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu serta melaporkan hasilnya. 4.3.2 Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.
3.4 Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya	3. 4.1 Menjelaskan notasi sel Volta dan kespontanan reaksi. 3.4.2 Menjelaskan cara menghitung potensial sel Volta 3.4.3 Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya 3.4.4. Membahas penerapan sel Volta dalam kehidupan
4.4 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar	4.4.1 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar 4.4.2 Menyajikan rancangan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar
3.5 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya	3.5.1 Menjelaskan proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi. 3.5.2 Menjelaskan upaya pencegahan dan mengatasi terjadinya korosi.
4.5 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi	4.3.3 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi
3.6 Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis	3.6.1 Menjelaskan konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday 3.6.2 Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.

4.6 Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu	4.6.1 Membuat rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu 4.6.2 Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu
--	---

C. Kegiatan Belajar

KEGIATAN BELAJAR I

Tujuan Kegiatan Pembelajaran :

Melalui kegiatan pembelajaran *discovery learning*, peserta didik dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks, dan memiliki sikap ingin tahu, teliti dalam melakukan pengamatan dan bertanggungjawab dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta berpikir kritis dalam menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi, menganalisis data dan mengomunikasikan hasil percobaan.

Uraian Materi

I. PENYETARAAN PERSAMAAN REAKSI REDOKS

A. Pengertian Reaksi Oksidasi dan Reduksi

Reaksi Oksidasi

1. Reaksi pengikatan oksigen
 $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
2. Reaksi pelepasan elektron
 $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{e}$
3. Reaksi yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi
 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CO}_2$ (bilangan oksidasi C berubah dari +3 menjadi +4)

Reaksi Reduksi

1. Reaksi pelepasan oksigen
 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{O}_2$
2. Reaksi pengikatan elektron
 $\text{Cl}_2 + 2\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-$
3. Reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ (bilangan oksidasi Cr berubah dari +6 menjadi +3)

B. Aturan Penentuan Bilangan Oksidasi

1. Bilangan oksidasi unsur bebas = 0 (biloks Fe = 0)
2. Bilangan oksidasi molekul unsur = 0 (H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2)
3. Jumlah total Bilangan oksidasi unsur-unsur suatu senyawa = 0 (misal jumlah total Biloks H_2SO_4 = biloks (2 H + S + 4 O) = 0)
4. Bilangan oksidasi ion poliatomik = muatannya (biloks PO_4^{3-} = -3)
5. Jika atom terikat dalam senyawa :
 - Bilangan oksidasi O = -2, kecuali dalam peroksida = -1

- Bilangan oksidasi H = +1 , kecuali dalam hidrida = -1
- Bilangan oksidasi halida = -1
- Bilangan oksidasi logam : gol IA (Li, Na, K, Rb, Cs) = +1
gol II A (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) = +2
Ag = +1 Zn = +2 Al = +3

Contoh:

1. Tentukan biloks N pada HNO₃
2. Tentukan biloks Cr pada Cr₂O₇²⁻

Penyelesaian:

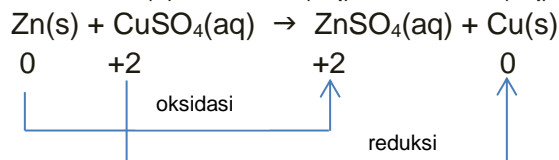
$$1. \begin{array}{c} +1 \quad ? \quad -2 \\ \underline{\text{H} \quad \text{N} \quad \text{O}_3} \\ +1 + \dots -6 = 0, \text{ biloks N} = +5 \end{array}$$

$$2. \begin{array}{c} ? \quad -2 \\ \underline{\text{Cr}_2 \quad \text{O}_7^{2-}} \\ \dots -14 = -2 \quad 2 \text{ biloks Cr} = +12, \text{ biloks Cr} = +6 \end{array}$$

Latihan 2.1

1. Tentukan biloks Mn pada : KMnO₄ , MnO₂ , Mn₂O₃
2. Tentukan biloks S pada : H₂SO₄ , SO₄²⁻
3. Tentukan biloks Cr pada : K₂Cr₂O₇, Cr₂O₃ , Cr₂(SO₄)₃
4. Tentukan bilangan oksidasi P pada : Fe₃(PO₄)₂ , PO₄³⁻

Pada reaksi: Zn(s) + CuSO₄(aq) → ZnSO₄(aq) + Cu(s)



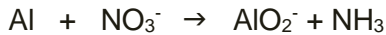
Reaksi oksidasi selalu disertai dengan reaksi reduksi sehingga disebut reaksi redoks. Pada reaksi redoks atom atau ion yang mengalami reduksi dan menyebabkan terjadinya oksidasi disebut *oksidator* (pengoksidasi) dan atom atau ion yang mengalami oksidasi dan menyebabkan terjadinya reduksi disebut *reduktor* (pereduksi). Pada reaksi di atas Zn sebagai reduktor dan CuSO₄ sebagai oksidator.

Baik oksidator maupun reduktor memiliki kekuatan pengoksidasi dan pereduksi dari yang kuat sampai lemah.

Dalam reaksi redoks berlaku hukum kekekalan massa, artinya jumlah massa zat-zat sebelum reaksi sama dengan sesudah reaksi. Menurut teori atom Dalton, atom-atom yang sama mempunyai sifat-sifat yang sama, misalnya massa. Berarti pada suatu persamaan reaksi, jumlah atom zat-zat sebelum reaksi harus sama dengan sesudah reaksi. Selain itu, muatan sebelum dan sesudah reaksi harus sama.

Bagaimana cara menyetarakan persamaan reaksi redoks?

Untuk suatu reaksi redoks yang melibatkan ion, seperti reaksi:



Agar reaksi ini dapat disetarakan, ada dua cara penyetaraan reaksi redoks yaitu cara bilangan oksidasi dan cara ion elektron/cara setengah reaksi.

C. Penyetaraan Reaksi Redoks dengan Cara Bilangan Oksidasi

Penyetaraan reaksi redoks dengan cara ini berdasarkan jumlah perubahan bilangan oksidasi. Perubahan bilangan oksidasi pada reaksi oksidasi dan reduksi harus sama. Banyaknya elektron yang dilepas oleh zat reduktor sesuai dengan penambahan bilangan oksidasi yang terjadi, sedangkan banyaknya elektron yang diterima oleh zat oksidator sesuai dengan pengurangan bilangan oksidasi yang terjadi.

Untuk menyelesaikan persamaan reaksi redoks dengan cara perubahan bilangan oksidasi, perlu dilakukan langkah-langkah berikut.

1. Tentukan unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi
2. Samakan jumlah atom unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi
3. Tentukan jumlah penurunan bilangan oksidasi dan kenaikan bilangan oksidasi
4. Samakan jumlah penurunan dan kenaikan bilangan oksidasi.
5. Samakan jumlah muatan di ruas kiri dan kanan dengan cara:

Jika suasana Asam

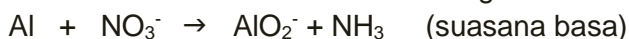
- Tambahkan ion H^+
- Samakan jumlah atom H dengan menambah H_2O

Jika suasana Basa

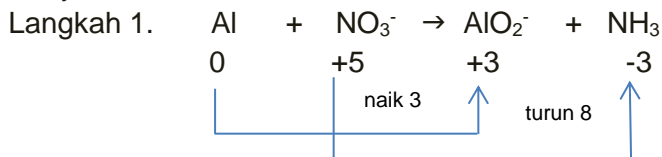
- Tambahkan ion OH^-
- Samakan jumlah atom H dengan menambah H_2O

Contoh soal 1

Setarakan reaksi redoks berikut dengan cara bilangan oksidasi:



Penyelesaian:



Langkah 2. Jumlah atom yang mengalami perubahan biloks sama baik Al maupun N

Langkah 3. Al mengalami perubahan biloks 3 dan N mengalami perubahan biloks 8

Langkah 4. Untuk menyamakan perubahan biloksnya, angka 3 dituliskan di depan NO_3^- dan NH_3 sedangkan angka 8 dituliskan di depan Al dan AlO_2^- menjadi: $8 \text{Al} + 3 \text{NO}_3^- \rightarrow 8 \text{AlO}_2^- + 3 \text{NH}_3$

Langkah 5. Jumlah muatan di ruas kiri -3 dan jumlah muatan di ruas kanan 8 Untuk susana basa diruas kiri ditambah 5 OH⁻. Ruas kiri ditambah 2 H₂O sehingga jumlah atom H di ruas kiri dan kanan sama yaitu 9 menjadi:
 $8 \text{ Al} + 3 \text{ NO}_3^- + 5 \text{ OH}^- + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 8 \text{ AlO}_2^- + 3 \text{ NH}_3$ (setara)

D. Penyetaraan Reaksi Redoks dengan Cara 1/2 Reaksi/Ion Elektron

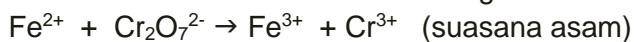
Penyetaraan redoks dengan cara setengah reaksi didasarkan pada jumlah elektron reaksi oksidasi dan reduksi harus sama. Penyetaraan redoks dengan metode setengah reaksi disebut juga cara ion elektron.

Dalam cara ion-elektron, reaksi redoks dipisahkan sebagai setengah-reaksi oksidasi dan setengah-reaksi reduksi. Setelah masing-masing setengah-reaksi ion setimbang (jumlah atom dan muatan sebelah kiri sama dengan sebelah kanan tanda panah), keduanya dijumlahkan untuk menghasilkan persamaan reaksi ion yang sempurna

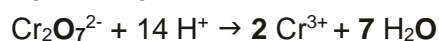
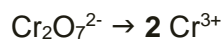
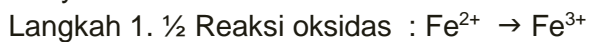
1. Tulis setengah reksi oksidasi dan reduksi
2. Samakan jumlah atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi.
3. Samakan jumlah atom O di ruas kiri dan kanan dengan cara:
 - Dalam suasana asam:
Samakan jumlah atom O dengan menambahkan 1 molekul H₂O untuk setiap kekurangan 1 atom O pada ruas yang kekurangan O dan dengan menambahkan ion H⁺ pada ruas yang kekurangan H
 - Dalam suasana basa:
Samakan jumlah atom O menambahkan H₂O pada ruas yang kelebihan O dan dengan menambahkan ion OH⁻ untuk pada ruas yang kekurangan H
4. Samakan jumlah **muatan** dengan menambahkan elektron pada ruas yang muatannya lebih positif.
5. Samakan jumlah **elektron** yang diikat pada reaksi reduksi dengan **elektron** yang dilepas pada reaksi oksidasi kemudian jumlahkan kedua reaksi tersebut.

Contoh soal 2

Setarakan reaksi redoks berikut dengan cara ½ reaksi/ion elektron



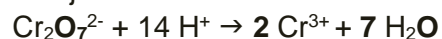
Penyelesaian:



(kanan kurang 7 atom O maka ditambah 7 H₂O dan kiri kurang 14 atom H maka ditambah 14 H⁺)



Jumlah muatan kiri +2 dan kanan +3, tambahkan 1 e di ruas kanan menjadi: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1 \text{e}$



Jumlah muatan kiri +12 (-2+14) dan kanan +6, tambahkan 6 e di ruas kiri menjadi: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e} \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$

Langkah 5. $\frac{1}{2}$ Reaksi oksidasi: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1 \text{e}$ (x6)

$\frac{1}{2}$ Reaksi reduksi: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e} \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$ (x1)

menjadi: $6 \text{Fe}^{2+} \rightarrow 6 \text{Fe}^{3+} + 6 \text{e}$

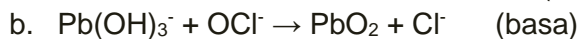
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e} \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$

$6 \text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ \rightarrow 6 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$

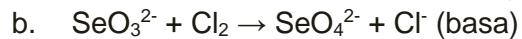
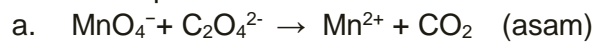
(setara)

Latihan 2.2

1. Setarakan persamaan reaksi redoks berikut dengan cara Bilangan Oksidasi

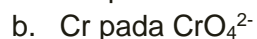


2. Setarakan persamaan reaksi redoks berikut dengan cara setengah reaksi

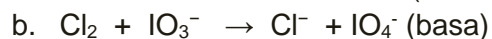


Tes Formatif

1. Tentukan biloks



2. Setarakan reaksi berikut dengan cara bilangan oksidasi:



3. Setarakan reaksi berikut dengan cara 1/2 reaksi



Link :

<https://www.urip.info/2015/04/alternatif-cara-menyetarakan-reaksi.html>

https://bit.ly/LK_REDOKS

KEGIATAN BELAJAR II

Tujuan Kegiatan Pembelajaran:

Melalui kegiatan pembelajaran *discovery learning*, peserta didik dapat menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya, dan memiliki sikap ingin tahu, teliti dalam melakukan pengamatan dan bertanggungjawab dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta berpikir kritis dalam merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar.

II. SEL ELEKTROKIMIA

Elektrokimia : Mempelajari hubungan antara energi listrik dengan reaksi kimia
Sel elektrokimia:

1. Sel Volta (Sel Galvani)
2. Sel Elektrolisis

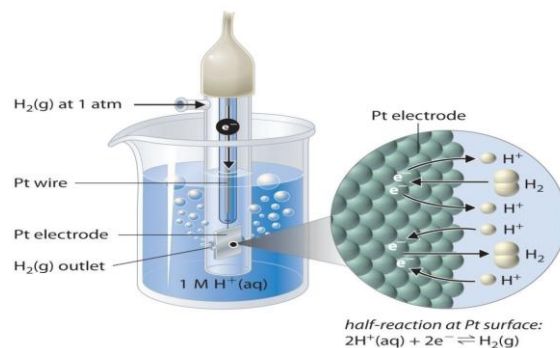
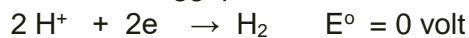
Komponen sel elektrokimia

- Elektroda - Katode : tempat terjadinya reaksi reduksi
- Anode : tempat terjadinya reaksi oksidasi
- Pada sel Volta katoda (+) anoda (-).....(kpan)
Pada sel elektrolisis katoda (-) anoda (+).....(knap)
- Larutan elektrolit

A. Potensial Elektroda Standar (E°)

Arus listrik yang terjadi pada sel Volta disebabkan karena elektron–elektron mengalir dari elektrode negatif (katode) ke elektrode positif (anode). Hal ini disebabkan oleh adanya beda potensial antara anode dan katode. Beda potensial ini disebut emf(*electro motive force*)

- Potensial elektroda standar : Kemampuan suatu atom untuk mengikat elektron (tereduksi) pada keadaan standart (25 °C , 1 atm)
- Untuk mengukur potensial reduksi standar atom-atom digunakan elektroda standar , yaitu elektroda hidrogen yang mempunyai potensial elektroda standar dianggap = 0 volt.



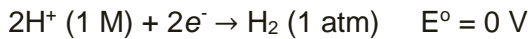
Gambar 1. Elektroda hidrogen

Gas hidrogen dihembuskan ke dalam larutan asam klorida pada 25 °C. Elektroda platinanya memiliki dua fungsi. Fungsi pertama adalah menyediakan permukaan tempat terjadinya penguraian molekul hidrogen:



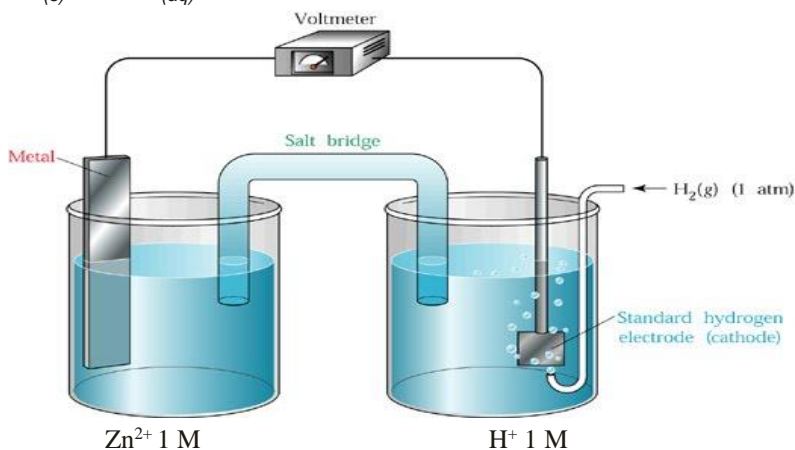
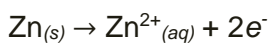
Fungsi kedua adalah sebagai penghantar listrik ke rangkaian eksternal.

Pada kondisi keadaan standar (ketika tekanan H₂ 1 atm dan konsentrasi larutan HCl 1 M), potensial reduksi H⁺ pada 25 °C adalah tepat nol:



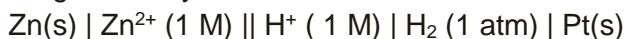
E^o adalah potensial reduksi standar, atau voltase yang berkaitan dengan reaksi reduksi pada satu elektroda ketika semua zat terlarut 1 M dan semua gas pada 1 atm. Jadi, potensial reduksi standar dari elektroda hidrogen ditetapkan nol. Elektroda hidrogen ini dinamakan elektroda hidrogen standar (SHE, *standard hydrogen electrode*).

Kita dapat menggunakan SHE untuk mengukur potensial dari jenis-jenis elektroda lain. Contohnya, gambar 2.a. menunjukkan sel galvanik dengan elektroda seng dan SHE. Dalam kasus ini, elektrode seng adalah anode dan SHE adalah katode. Kita menyimpulkan fakta ini dari menurunnya massa dari elektrode seng selama sel bekerja, yang konsisten dengan lepasnya seng ke larutan sebagai ion Zn²⁺ akibat reaksi oksidasi:



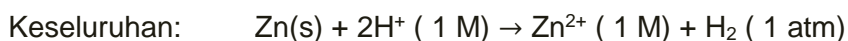
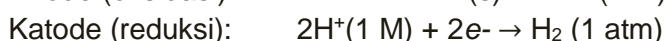
Gambar 2.a. sebuah sel yang terdiri atas elektrode seng dan elektrode hidrogen

Diagram selnya adalah



Seperti telah dikemukakan sebelumnya, elektrode Pt menyediakan permukaan tempat terjadinya reduksi. Bila semua reaktan berada dalam keadaan standarnya (yaitu H₂ pada 1 atm, ion H⁺ dan Zn²⁺ 1 M), emf selnya adalah 0,76 V pada 25 °C.

Kita dapat menuliskan reaksi setengah sel sebagai



Berdasarkan konvensi, emf standar dari sel, E_{sel}^0 , yang terdiri atas kontribusi dari anode dan kontribusi dari katode, dinyatakan sebagai

$$E_{sel}^0 = E_{katode}^0 - E_{anode}^0$$

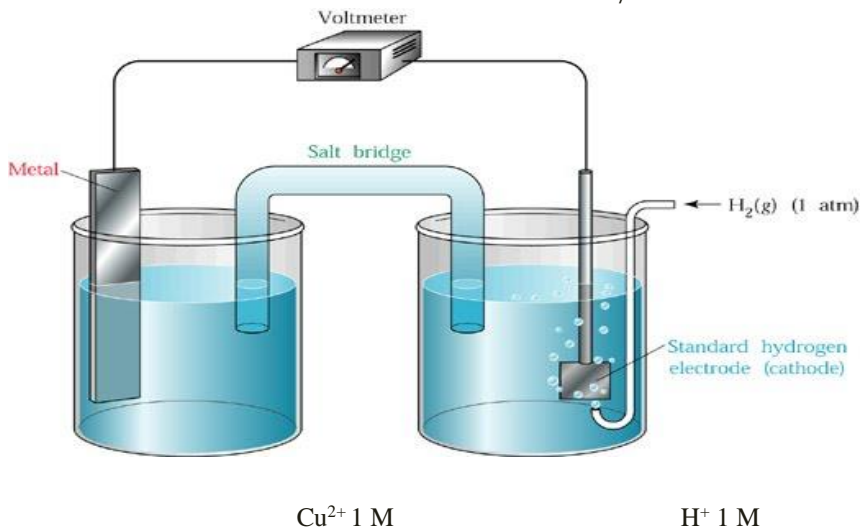
Baik E_{katode}^0 maupun E_{anode}^0 adalah potensial reduksi standar dari elektrode-elektrode tersebut untuk sel Zn-SHE, kita tulis

$$E_{sel}^0 = E_{H^+/H_2}^0 - E_{Zn^{2+}/Zn}^0$$

$$0,76 \text{ V} = 0 - E_{Zn^{2+}/Zn}^0$$

Di mana H^+/H_2 berarti $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ sedangkan Zn^{2+}/Zn berarti $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$.

Jadi, potensial reduksi standar dari seng, $E_{Zn^{2+}/Zn}^0$, ialah $-0,76 \text{ V}$.



Gambar 2. b. sebuah sel yang terdiri atas elektrode tembaga dan elektrode hidrogen

Potensial elektrode standar dari tembaga dapat diperoleh dengan cara yang sama, yaitu dengan menggunakan sebuah sel elektrode tembaga dan SHE pada gambar 2.b. Dalam hal ini, elektrode tembaga merupakan katode karena massanya meningkat selama sel bekerja, dan konsisten dengan reaksi reduksi:

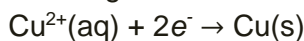
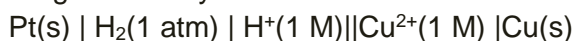
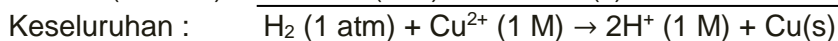


Diagram selnya ialah



Dan reaksi setengah-selnya adalah



Pada kondisi keadaan standar dan pada 25°C , emf sel adalah $0,34 \text{ V}$, sehingga kita tuliskan

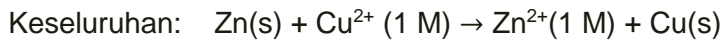
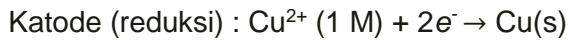
$$E_{sel}^0 = E_{katoda}^0 - E_{anoda}^0$$

$$0,34 \text{ V} = E_{Cu^{2+}/Cu}^0 - E_{H^+/H_2}^0$$

$$= E_{Cu^{2+}/Cu}^0 - 0$$

Dalam kasus ini, potensial reduksi standar dari tembaga, $E_{Cu^{2+}/Cu}^0$ adalah $0,34 \text{ V}$, di mana subskrip berarti $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$.

Untuk sel Daniell yang ditunjukkan pada gambar 1, kita sekarang dapat menuliskan



Emf selnya adalah

$$\begin{aligned} E_{sel}^0 &= E_{katoda}^0 - E_{anoda}^0 \\ &= E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 \\ &= 0,34 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = 1,10 \text{ V} \end{aligned}$$

Contoh ini menjelaskan bagaimana kita dapat menggunakan tanda dari emf sel untuk memprediksi kespontanan reaksi redoks. Pada kondisi keadaan-standar untuk reaktan dan produk, reaksi redoks akan spontan ke kanan jika emf standar sel positif. Jika negatif, reaksi akan spontan ke arah sebaliknya. Perlu diingat bahwa E_{sel}^0 negatif tidak berarti reaksi tidak terjadi jika reaktan dicampur pada konsentrasi 1 M. Artinya tidak lain adalah kesetimbangan reaksi redoks, ketika tercapai, akan terletak di sebelah kiri.

Tabel 2.1 memuat potensial reduksi standar untuk sejumlah reaksi setengah-sel. Berdasarkan definisi, SHE mempunyai nilai E^0 sebesar 0,00 V. Di bawah SHE, potensial reduksi standar negatif akan meningkat, dan di atasnya potensial reduksi standar positif meningkat.

Harga $E^0=+$: jika suatu elektroda lebih mudah direduksi dibanding elektroda standar

Harga $E^0 = -$: jika suatu elektroda lebih sukar direduksi dibanding elektroda standar

Dengan demikian dapat diperoleh harga-harga E^0 zat lain seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Potensial Reduksi Standar (E^0) pada suhu 25°C

Elektrode	Setengah reaksi reduksi (katode)	Potensial reduksi standar, E^0 (volt)
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + e ⁻ → Li	-3,04
K ⁺ /K	K ⁺ + e ⁻ → K	-2,92
Ca ²⁺ /Ca	Ca ²⁺ + 2e ⁻ → Ca	-2,87
Na ⁺ /Na	Na ⁺ + e ⁻ → Na	-2,71
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e ⁻ → Mg	-2,34
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e ⁻ → Al	-1,66
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ + 2e ⁻ → Zn	-0,76
Fe ²⁺ /Fe	Fe ²⁺ + 2e ⁻ → Fe	-0,44
PbSO ₄ /Pb	PbSO ₄ + 2e ⁻ → Pb + SO ₄ ²⁻	-0,36
Co ²⁺ /Co	Co ²⁺ + 2e ⁻ → Co	-0,28
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ + 2e ⁻ → Ni	-0,25
Sn ²⁺ /Sn	Sn ²⁺ + 2e ⁻ → Sn	-0,14
Pb ²⁺ /Pb	Pb ²⁺ + 2e ⁻ → Pb	-0,13
D ⁺ /D ₂	2D ⁺ + 2e ⁻ → D ₂	-0,003

H ⁺ /H ₂	2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂	0,000
Sn ⁴⁺ /Sn ²⁺	Sn ⁴⁺ + 2e ⁻ → Sn ²⁺	+0,15
Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ + 2e ⁻ → Cu	+0,34
I ₂ /I ⁻	I ₂ + 2e ⁻ → 2I ⁻	+0,54
O ₂ /H ₂ O ₂	O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂ O ₂	+0,68
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Fe ³⁺ + e ⁻ → Fe ²⁺	+0,77
Hg ₂ ²⁺ /Hg	Hg ₂ ²⁺ + 2e ⁻ → 2Hg	+0,79
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + e ⁻ → Ag	+0,80
NO ₃ ⁻ /N ₂ O ₄	2NO ₃ ⁻ + 4H ⁺ + 2e ⁻ → N ₂ O ₄ + 2H ₂ O	+0,80
NO ₃ ⁻ /NO	NO ₃ ⁻ + 4H ⁺ + 3e ⁻ → NO + 2H ₂ O	+0,96
Br ₂ /Br	Br ₂ + 2e ⁻ → 2Br ⁻	+1,07
O ₂ /H ₂ O	O ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ → 2H ₂ O	+1,23
Cr ₂ O ₇ ²⁻ /Cr ³⁺	Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 14H ⁺ + 6e ⁻ → 2Cr ³⁺ + 7H ₂ O	+1,33
Cl ₂ /Cl ⁻	Cl ₂ + 2e ⁻ → 2Cl ⁻	+1,36
PbO ₂ /Pb ²⁺	PbO ₂ + 4H ⁺ + 2e ⁻ → Pb ²⁺ + H ₂ O	+1,46
Au ³⁺ /Au	Au ³⁺ + 3e ⁻ → Au	+1,50
MnO ₄ ⁻ /Mn ²⁺	MnO ₄ ⁻ + 8H ⁺ + 5e ⁻ → Mn ²⁺ + 4H ₂ O	+1,51
HClO/CO ₂	2HClO + 2H ⁺ + 2e ⁻ → Cl ₂ + 2H ₂ O	+1,63
PbO ₂ /PbSO ₄	PbO ₂ + SO ₄ ²⁻ + 4H ⁺ + 2e ⁻ → PbSO ₄ + 2H ₂ O	+1,68
H ₂ O ₂ /H ₂ O	H ₂ O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → 2H ₂ O	+1,78
F ₂ /F	F ₂ + 2e ⁻ → 2F ⁻	+2,87

Reaksi redoks dapat berlangsung spontan maupun tidak spontan. Spontan/tidaknya suatu reaksi redoks dapat ditentukan dengan cara menggunakan deret Volta dan menghitung potensial selnya.

Deret Volta

Logam-logam dapat disusun berdasarkan daya oksidasi dan daya reduksinya. Logam yang memiliki E^o lebih negatif ditempatkan di sebelah kiri (H) merupakan logam-logam aktif (mudah melepas elektron), sedangkan Logam yang memiliki E^o lebih positif ditempatkan di bagian kanan (H) merupakan logam-logam yang sulit melepaskan elektron.

Urutan logam-logam dalam Deret Volta:

Li-K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb (H) Cu-Hg-Ag-Pt-Au

Semakin mudah teroksidasi
(sifat reduktor semakin kuat)
E^o semakin negatif



Semakin mudah tereduksi
(sifat oksidator semakin kuat)
E^o semakin positif

Logam yang berada di sebelah kiri dapat mereduksi (mendesak) ion logam yang ada di sebelah kanannya. Contohnya: Mg dapat mereduksi ion Fe sedangkan Fe tidak dapat mereduksi ion Mg yang berada di sebelah kanan. Besar dapat mengoksidasi ion logam.

Potensial Sel / Beda potensial

$$E^{\circ}_{\text{Sel}} = E^{\circ}_{\text{katode}} - E^{\circ}_{\text{anode}} \quad \text{atau}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sel}} = E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sel}} = + \text{ reaksi berlangsung spontan}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sel}} = - \text{ reaksi tidak berlangsung}$$

Contoh 1:

Suatu sel Volta tersusun dari elektrode Zn dan Cu.

Jika diketahui: $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) \quad E^{\circ} = - 0,76$

$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e} \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) \quad E^{\circ} = + 0,34 \text{ Volt}$

- Apakah reaksi $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ berlangsung spontan?
- Tuliskan reaksi selnya

Penyelesaian:

- Berdasarkan deret Volta: logam Zn berada di sebelah kiri ion Cu^{2+} berarti Zn dapat mereduksi ion Cu^{2+} (spontan)

Berdasarkan potensial sel:

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{\text{Sel}} &= E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}} \\ &= E^{\circ}_{\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{Zn}} \\ &= (0,34) - (- 0,76) \text{ Volt} \\ E^{\circ}_{\text{Sel}} &= + 1,10 \text{ volt} \end{aligned}$$

- Anode: $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e} \quad E^{\circ} = + 0,76 \text{ Volt}$
 Katode: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e} \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) \quad E^{\circ} = + 0,34 \text{ Volt}$

+

Reaksi Sel: $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \quad E^{\circ} = + 1,10 \text{ Volt}$
 Berdasarkan deret Volta dan E°_{Sel} reaksi berlangsung **spontan ($E^{\circ} = +$)**

Contoh 2:

Diketahui: $\text{H}_2 | 2 \text{H}^+ || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu} \quad E^{\circ} = +0,34 \text{ V}$

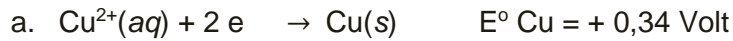
$\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu} \quad E^{\circ} = +1,10 \text{ V}$

$\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Zn}^{2+} | \text{Zn} \quad E^{\circ} = +1,58 \text{ V}$

$\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Sn}^{2+} | \text{Sn} \quad E^{\circ} = +2,20 \text{ V}$

- Tentukan potensial elektrode E° logam Cu, Zn, Mg, dan Sn
- Urutkan daya oksidasi setiap logam dari yang paling kuat daya oksidasinya sampai yang paling lemah.
- Jika logam Cu, Zn, Mg, dan Sn dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion Sn^{2+} , logam manakah yang larut (bereaksi) dan yang tidak larut (tidak bereaksi)?

Penyelesaian



$$E^\circ_{\text{Sel}} = E^\circ_{\text{reduksi}} - E^\circ_{\text{oksidasi}}$$

$$+ 1,10 = E^\circ \text{Cu} - E^\circ \text{Zn}$$

$$+ 1,10 = 0,34 - E^\circ \text{Zn}$$

$$E^\circ \text{Zn} = - 0,76 \text{ Volt}$$

$$E^\circ_{\text{Sel}} = E^\circ_{\text{reduksi}} - E^\circ_{\text{oksidasi}}$$

$$+ 1,58 = E^\circ \text{Zn} - E^\circ \text{Mg}$$

$$+ 1,58 = - 0,76 - E^\circ \text{Mg}$$

$$E^\circ \text{Mg} = - 2,34 \text{ Volt}$$

$$E^\circ_{\text{Sel}} = E^\circ_{\text{reduksi}} - E^\circ_{\text{oksidasi}}$$

$$+ 2,20 = E^\circ \text{Sn} - E^\circ \text{Mg}$$

$$+ 2,20 = E^\circ \text{Sn} - (- 2,34)$$

$$E^\circ \text{Sn} = - 0,14 \text{ Volt}$$

Latihan 2.3 2

- Suatu sel Volta tersusun dari elektrode Ag dan Mg. Jika diketahui:

$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e} \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	$E^\circ = + 0,80 \text{ Volt}$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e} \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	$E^\circ = - 2,34 \text{ Volt}$

 - Tentukan anode dan katodenya
 - Tuliskan reaksi selnya
- Dengan menggunakan data potensial elektrode standar pada tabel 2.1, perkirakan apakah reaksi berikut dapat berlangsung spontan atau tidak spontan.
 - $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s})$
 - $\text{Cu}(\text{s}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$
 - $\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

B. Sel Volta

Perbedaan Sel Volta Dan Sel Elektrolisis

- Sel Volta:
 - energi kimia diubah menjadi energi listrik
 - reaksi berlangsung spontan
 - katoda bermuatan (+) dan Anoda bermuatan (-)
- Sel Elektrolisis:
 - energi listrik diubah menjadi energi kimia
 - reaksinya tidak spontan, membutuhkan energi listrik
 - katoda bermuatan (-) dan Anoda bermuatan (+)

Pada sel Volta energi kimia diubah menjadi energi listrik .

Misal : Sel volta dari elektroda Zn dan Cu

Seng akan bertindak sebagai anoda (teroksidasi) dan Cu sebagai katoda (tereduksi)

Notasi Sel : $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$

Reaksi Sel : Oksidasi : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$

Reduksi : $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$

Redoks : $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

Rangkaian Sel Volta

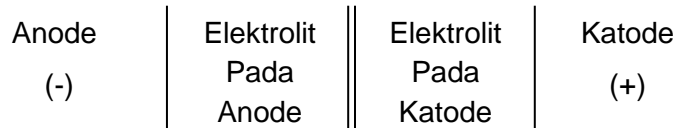


merupakan tabung berbentuk U terbalik yang berisi larutan garam seperti NaNO_3 , KCl , KNO_3 , dan lain lain, berfungsi untuk menjaga kenetralan listrik dari kedua larutan.

Gambar 3. Sel Volta

Untuk melengkapi rangkaian listriknya, kedua larutan harus dihubungkan oleh jembatan garam, yang dalam bentuk sederhanya berupa tabung U terbalik yang berisi larutan elektrolit inert, seperti KCl atau NH_4NO_3 yang ion-ionnya tidak akan bereaksi dengan ion lain dalam larutan atau dengan elektroda. Selama reaksi redoks keseluruhan berjalan, elektron mengalir keluar dari anoda (elektroda Zn) melalui kawat dan voltmeter menuju katode (elektroda Cu). Di dalam larutan, kation-kation (Zn^{2+} , Cu^{2+} , dan K^+) bergerak ke katode, sementara anion-anion (SO_4^{2-} dan Cl^-) bergerak ke anoda. Tanpa jembatan garam yang menghubungkan kedua larutan, terjadinya penumpukan muatan positif pada anoda (karena pembentukan ion Zn^{2+} dan muatan negatif pada katoda (terjadi ketika sebagian ion Cu^{2+} tereduksi menjadi Cu) tentunya dengan cepat akan menghentikan kerja sel. Arus listrik mengalir dari anode ke katode karena ada selisih energi potensial listrik di antara kedua elektrode. Dalam percobaan selisih potensial listrik di antara anode dan katode diukur dengan voltmeter dan angkanya disebut voltase sel. Namun, dua istilah lain, gaya elektromotif atau emf (E) dan potensial sel juga digunakan untuk menyatakan voltase sel. Kita akan lihat bahwa voltase sel suatu sel bergantung tidak hanya pada jenis elektrode dan ion-ionnya, tetapi juga pada konsentrasi ion dan suhu di mana sel bekerja.

Bagaimanakah cara menyatakan sel Volta ? telah disepakati cara menyatakan sel Volta yaitu diagram/notasi sel Volta. Anode selalu dinyatakan di sebelah kiri, sedangkan katode di sebelah kanan



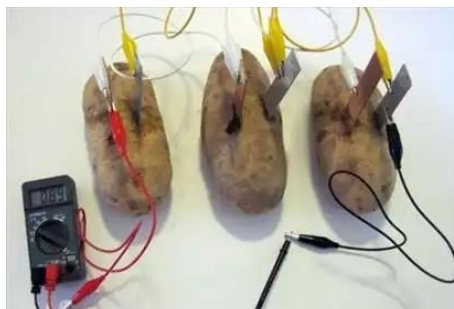
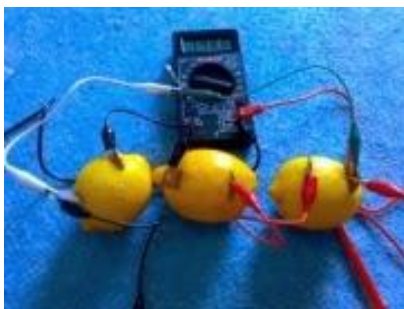
Dua garis sejajar (||) yang memisahkan anode dan katode menyatakan jembatan garam. Untuk sel Daniell yang ditunjukkan pada gambar 3, jika kita asumsikan bahwa konsentrasi ion Zn^{2+} dan ion Cu^{2+} masing-masing 1M, maka diagram selnya ialah: $Zn(s) | Zn^{2+} (1 M) || Cu^{2+} (1M) | Cu(s)$

Garis tegak tunggal menyatakan batas fasa. Sebagai contoh, elektrode seng adalah padatan, ion Zn^{2+} (dari $ZnSO_4$) ada dalam larutan. Jadi garis tegak antara Zn dan Zn^{2+} untuk menunjukkan batas fasa. Garis tegak ganda menyatakan jembatan garam. Berdasarkan konvensi, anode ditulis terlebih dahulu disebelah kiri garis ganda dan komponen lain muncul secara berurutan seiring Bergeraknya elektron dari anode ke katode.

Sel Volta dari buah-buahan (makimia.blogspot.com)

Untuk menguji potensial sel dapat dilakukan dengan mencelupkan dua macam logam ke dalam buah-buahan yang mengandung larutan asam, kemudian hubungkan kedua logam tersebut dengan voltmeter seperti pada gambar berikut: Siapkan alat-alat berikut:

1. Buah-buahan (tomat, jeruk nipis, lemon, mangga, kentang, atau belimbing wuluh)
2. Voltmeter
3. Kabel 1 m dan penjepit buaya
4. Lampu LED
5. Logam seng (Zn)
6. Logam tembaga (Cu)
7. Logam Zn dan Cu dapat diganti grafit dari baterai



Sel Volta dalam kehidupan sehari-hari

Sel Volta yang digunakan saat ini dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yakni sel primer, sel sekunder, dan sel bahan bakar.

a. Sel primer

Pada sel primer, anode dan katodanya dihabiskan secara kimia ketika sel menghasilkan arus listrik. Sel primer hanya sekali pakai dan tidak dapat diisi ulang,



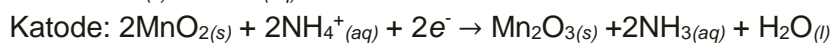
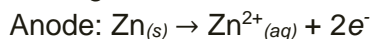
Gambar 4. Baterai yang tergolong sel primer tidak dapat diisi ulang

Contoh baterai yang tergolong sel primer adalah baterai kering seng-karbon, alkaline, merkuri, perak oksida, dan Li/SOCl₂

1) Baterai kering seng-karbon (sel Leclanche)

Baterai kering seng-karbon masih merupakan jenis yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Harganya murah dan digunakan pada radio, senter, mainan, dan sejenisnya. Potensial sel dari baterai sekitar 1,5 V dan menurun sejalan dengan lama pemakaian.

Sel baterai ini terdiri dari anode Zn dan katode batang grafit (C). katode grafit bersifat inert dan diletakkan dalam elektrolit berbentuk pasta yang berisi grafit, MnO₂ dan NH₄Cl. Reaksi redoks yang terjadi adalah:



NH₃ akan bergabung dengan Zn²⁺ membentuk ion Zn(NH₃)₄²⁺

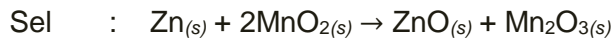
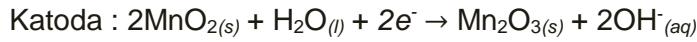
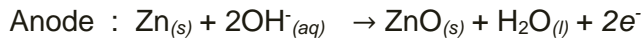
Umur baterai ini cenderung pendek, apalagi kalau dipakai terus menerus. Hal ini disebabkan produk ion dari reaksi redoks tidak dapat berdifusi dengan cepat meninggalkan elektrode. Jika pemakaian dihentikan, maka ion-ion ini akan mempunyai kesempatan untuk meninggalkan elektrode. Dengan demikian, umur baterai pun akan naik lagi.

Walaupun tidak digunakan, baterai kering seng-karbon tetap mempunyai umur terbatas. Hal ini disebabkan elektrolit NH₄Cl bersifat asam. NH₄Cl dapat menyebabkan korosi pada Zn. Jika pelat Zn telah berlubang maka baterai harus dibuang.

2) Baterai alkaline

Baterai alkaline lebih tahan lama dan dapat menyuplai arus yang lebih besar dibandingkan baterai kering seng-karbon. Baterai ini digunakan untuk peralatan yang memerlukan arus listrik lebih besar, seperti tape recorder dan mainan. Potensial sel pada baterai sekitar 1,5 V dan dapat bertahan konstan selama pemakaian.

Sel baterai alkaline terdiri dari anode Zn dan katode inert grafit. Sesuai namanya, reaksi redoks dalam baterai alkaline berlangsung dalam suasana basa. Elektrolitnya adalah KOH. Reaksi redoks yang terjadi:



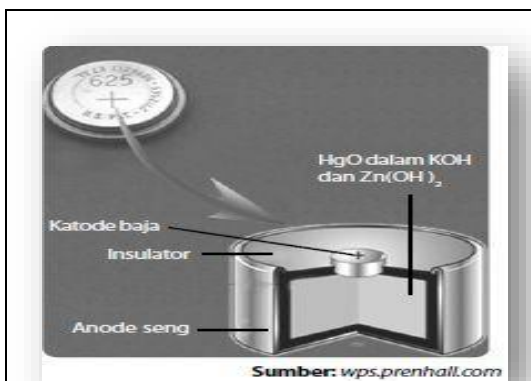
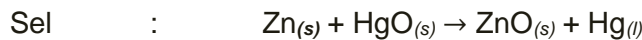
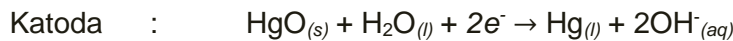
Gambar 6. Skema baterai alkaline

Reaksi redoks pada sel tidak melibatkan ion yang dapat berkumpul di permukaan elektroda sehingga potensialnya konstan. Anoda Zn yang berpori memperluas permukaan anoda sehingga memperluas arus.

3) Baterai merkuri

Baterai merkuri lebih kecil dan ringan dibandingkan dua jenis baterai sebelumnya. Baterai ini digunakan pada jam tangan dan kamera. Potensial sel baterai adalah, 1,34 V dan dapat bertahan konstan selama pemakaian.

Sel baterai merkuri terdiri dari anode Zn, serta katode HgO dan karbon. Elektrolitnya adalah KOH. Reaksi redoks yang terjadi:

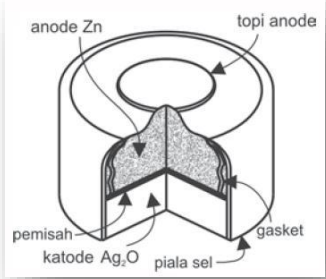


Reaksi redoks yang terjadi tidak melibatkan ion sehingga potensialnya konstan. Pembuangan baterai ini dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan hidup karena merkuri (Hg) bersifat racun.

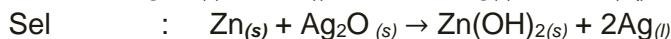
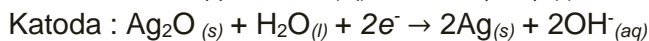
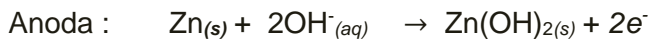
Gambar 6. Skema baterai merkuri

4) Baterai perak oksida

Baterai perak oksida juga kecil dan ringan. Baterai ini digunakan pada jam tangan, kamera, dan kalkulator. Umurnya panjang karena arus yang dikeluarkan cukup kecil.

	<p>Potensial sel dari baterai sekitar 1,5 V dan dapat bertahan konstan selama pemakaian. Sel dari baterai perak oksida terdiri dari anoda Zn dan katoda Ag₂O dengan elektrolit KOH.</p>
<p>Gambar 7. Skema baterai perak oksida</p>	

Reaksi redoks yang terjadi:



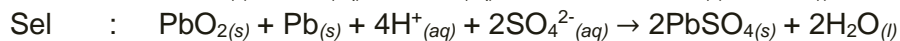
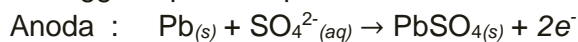
Sel sekunder

Pada sel sekunder, anoda dan katoda bereaksi secara kimia. Namun, sel dapat diisi ulang dengan proses elektrolisis untuk mengembalikan anoda dan katoda ke kondisi awal. Contoh baterai yang tergolong sekunder adalah baterai Pb (aki), baterai Ni-Cd, NiMH, dan baterai ion litium.

1) Aki atau baterai Pb

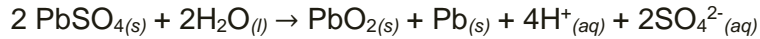
Aki umumnya digunakan pada mobil untuk menstarter kendaraan tersebut. Aki terdiri dari beberapa sel volta dihubungkan secara seri. Setiap sel mempunyai potensial 2 V. Jadi, suatu aki dengan potensial 6 V terdiri dari 3 sel.

Sel aki terdiri dari anoda Pb dan katoda PbO₂ dengan elektrolit H₂SO₄. Anoda dan katoda yang berbentuk pelat menambah luas permukaan elektroda sehingga dapat memperbesar arus. Reaksi redoks yang terjadi:

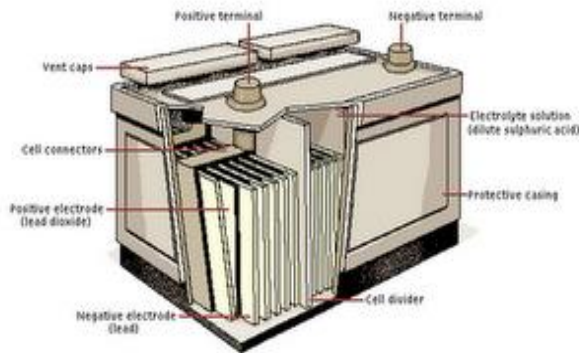


Reaksi redoks pada aki mengakibatkan penurunan konsentrasi H₂SO₄ dan penumpukan PbSO₄ pada permukaan pelat. Oleh karenanya, potensial aki juga menurun dan aki harus diisi ulang.

Aki pada mobil akan otomatis diisi ulang oleh generator begitu mesin mulai jalan. Pengisian ulang dilakukan dengan melewati suatu arus dengan arah berlawanan. Artinya, arus elektron dimasukkan melalui katoda. Dengan demikian, reaksi dapat balik dan PbSO₄ melarut kembali menjadi Pb dan PbO₂. Proses ini disebut elektrolisis.



Penggunaan larutan H_2SO_4 pada aki dapat membahayakan karena sifatnya yang korosif, terutama jika terjadi tumpahan atau kebocoran. Untuk mengatasinya, telah dikembangkan aki model baru yang anti tumpah. Hal ini dilakukan dengan menghilangkan sistem pembuangan gas (venting) pada aki lama. Aki model baru menggunakan anoda Pb-Ca sehingga sedikit air yang terelektrolisis. Kita pun tidak perlu menambahkan air aki dari waktu ke waktu.

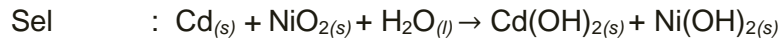
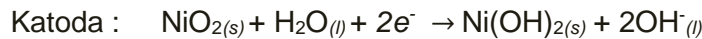


Gambar 8. Aki atau baterai Pb

2) Baterai Ni-Cd

Baterai Ni-Cd dipakai pada kalkulator, flash fotografi, kamera digital, laptop, dan lainnya. Baterai ini dilengkapi dengan alat isi ulangannya. Sel pada baterai Ni-Cd mempunyai potensial sekitar 1,4 V.

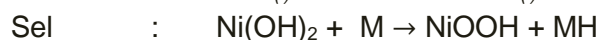
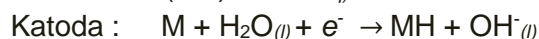
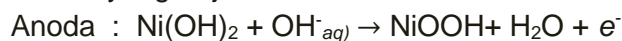
Sel dari baterai Ni-Cd terdiri dari anoda Cd dan katoda logam NiO_2 dengan elektrolit KOH. Reaksi redoks yang terjadi :



Potensial sel bertahan sangat konstan selama pemakaian. Hal ini disebabkan semua pereaksi dan produk reaksi adalah padatan sehingga tidak terdapat perubahan konsentrasi ion selama reaksi. Namun, pembuangan baterai ini merupakan masalah bagi lingkungan karena sifat Cd yang beracun. Upaya untuk mengatasi hal tersebut dilakukan dengan mendaur ulang baterai ini.

3) Baterai NiMH (nikel metal hidrida)

Baterai NiMH banyak digunakan pada laptop, telepon seluler, camcorder, dan kamera digital gambar potensialnya hampir sama dengan baterai Ni-Cd, sekitar 1,4 V, tetapi dapat menyimpan 50 persen energi lebih banyak dari baterai Ni-Cd. Sel dari baterai NiMH terdiri dari anoda $\text{Ni}(\text{OH})_2$ dan katoda paduan logam yang menyerap hidrogen. Elektrolitnya adalah KOH. Reaksi redoks yang terjadi:



Reaksi redoks yang terjadi tidak menyebabkan perubahan jumlah elektrolit

4) Baterai ion litium

Baterai ion litium sangat ringan sehingga cocok untuk elektronik portable, seperti laptop, telepon selular, dan camcorder. Baterai ion litium juga memiliki potensial yang besar sekitar 3,6 V

Ada dua tipe baterai ion litium, yaitu mangan dan kobalt. Untuk tipe mangan, sel terdiri dari anoda $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4$ dan katoda grafit. Elektrolitnya adalah garam Li yang larut dalam pelarut organik.



Untuk tipe kobalt, sel terdiri dari anoda $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ dan katoda grafit.



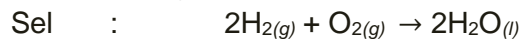
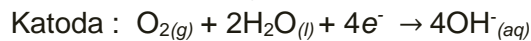
Hanya ion Li^+ yang terlibat dalam reaksi redoks. Di mana ion Li^+ berpindah dari anoda ke katoda. Begitu pula dari katoda ke anoda sewaktu diisi ulang. Sehingga, anoda dan katoda tidak berubah.

Baterai ini mempunyai umur lebih panjang dari NiMH dan dapat dilihat dari densitas dayanya yang tinggi (710 Wh/kg pada NiMH)

b. Sel bahan bakar.

Pada sel bahan bakar, anoda dan katoda bersifat inert. Perekasi secara terus menerus disuplai di sel dan produk reaksi dibuang secara terus menerus. Sel ini adalah sel masa depan yang ramah lingkungan. Ini dikarenakan reaksi redoks melibatkan pereaksi gas H_2 dan O_2 dengan produk reaksi (H_2O). Sel ini pada prinsipnya mempunyai umur tak terbatas mengingat pereaksi H_2 dan O_2 dapat disuplai terus menerus dari luar sementara produk reaksi H_2O dapat langsung dibuang. Sel bahan bakar telah digunakan pada pesawat runag angkasa dan di industri otomotif.

Sel terdiri dari tabung kosong yang terbuat dari karbon padat dan diisi dengan suatu katalis. Elektrolitnya adalah KOH. Reaksi redoknya adalah:



Sel bahan bakar dapat beroperasi terus menerus jika terus disuplai dengan pereaksi. Sel ini mengubah energi bahan bakar langsung menjadi energi listrik, sehingga lebih efisien dalam skala besar dibandingkan metode konvensional seperti pembakaran hidrokarbon (bensin, batu bara dan lainnya).

Link: https://bit.ly/VIRTUAL_LAB_VOLTA

Latihan 2.4

1. Sebutkan kegunaan dari sel Volta
2. Apakah perbedaan antara sel primer dan sel sekunder
3. Berikan contoh sel primer dan sel sekunder

KEGIATAN BELAJAR III

Tujuan Pembelajaran:

Melalui model pembelajaran *discovery learning*, peserta didik menggali informasi dan mempelajari dari berbagai sumber belajar, sehingga peserta didik dapat menganalisis factor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara pencegahannya dan mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi

Uraian Materi:

III. KOROSI

A. Pengertian Korosi

Korosi berasal dari bahasa latin "*Corrodere*" yang artinya kerusakan logam atau berkarat. Definisi korosi adalah proses kerusakan material yang terjadi disebabkan oleh lingkungan sekelilingnya.

B. Proses terjadinya korosi

Adapun proses terjadinya korosi, di samping oleh reaksi kimia biasa, maka yang lebih umum adalah proses elektrokimia, di mana terjadi interaksi antara logam dengan lingkungannya dapat berupa udara, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan tanah yang berupa tanah pertanian, tanah rawa, tanah kapur dan tanah berpasir/berbatu-batu.

Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Rumus kimia karat besi adalah $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, suatu zat padat yang berwarna coklat-merah yang bersifat rapuh dan berpori.

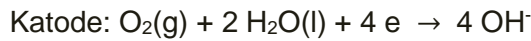
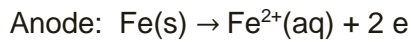


Sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id

oto.com

Oksida besi (karat) dapat mengelupas, sehingga secara bertahap permukaan yang baruterbuka mengalami korosi lebih lanjut. Berbeda dengan Aluminium, hasil oksidasi berupa Al_2O_3 , membentuk lapisan yang melindungi lapisan logam dari korosi selanjutnya. Panci dari besi lebih cepat rusak dibanding panci aluminium.

Peristiwa korosi sendiri merupakan proses elektrokimia, yaitu proses (perubahan / reaksi kimia) yang melibatkan adanya aliran listrik. Bagian tertentu dari besi berlaku sebagai kutub negatif (elektroda negatif, anode), sementara bagian yang lain sebagai kutub positif (elektroda positif, katode). Elektron dari oksidasi besi (anode) mengalir ke katode yang mereduksi oksigen, sehingga terjadilah peristiwa korosi. Reaksi yang terjadi:

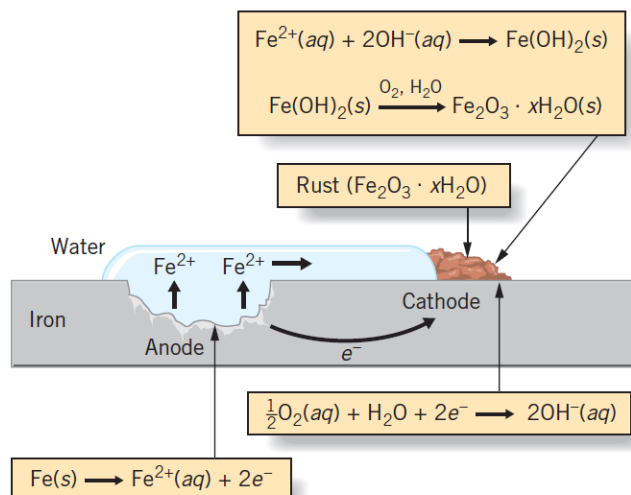


Selanjutnya ion Fe^{2+} , besi (II) akan teroksidasi membentuk ion Fe^{3+} , besi (III) membentuk oksida terhidrat $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ yang disebut karat besi.

Korosi dapat berjalan secara cepat ataupun lambat tergantung dari material bahan, lingkungan, temperatur dan lain sebagainya. Dalam dunia teknik, material korosi yang sering disinggung adalah korosi pada logam. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tingkat korosifitas pada suatu material, kelembaban di Indonesia sangat korosif terbukti dari beberapa penelitian. Dari segi teori, korosi tidak mungkin sepenuhnya dapat dicegah karena memang merupakan proses alamiah bahwa semua logam akan kembali ke sifat asalnya. Asal dari tanah kembali ke tanah, asal dari bijih besi kembali ke oksida besi. Walaupun demikian pengendalian korosi harus dilakukan secara maksimal, karena dilihat dari segi ekonomi dan segi keamanan merupakan hal yang tidak mungkin ditinggalkan. Jadi pengendalian korosi harus dimulai dari perancangan, pengumpulan data lingkungan, proses, peralatan yang dipakai bahan baku dan cara pemeliharaan yang akan dilaksanakan.

Menurut proses elektrokimia, bahwa proses korosi pada logam disebabkan karena logam itu mempunyai komposisi kimia yang tidak homogen. Dalam kenyataan memang logam sangat sulit untuk dibuat betul-betul homogen. Akibatnya akan ada perbedaan potensial yang dapat menimbulkan korosi galvanis bila ada elektrolit (uap air dan udara). Bagian yang berpotensi lebih rendah akan menjadi anode sedangkan yang berpotensi lebih tinggi akan menjadi katode.

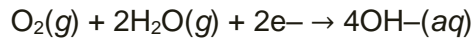
Mekanisme korosi



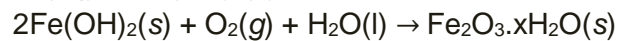
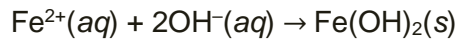
Gambar 9. Mekanisme Korosi

Besi memiliki permukaan tidak halus akibat komposisi yang tidak sempurna, juga akibat perbedaan tegangan permukaan yang menimbulkan potensial pada daerah tertentu lebih tinggi dari daerah lainnya. Pada daerah anodik (daerah permukaan yang bersentuhan dengan air) terjadi pelarutan atom-atom besi disertai pelepasan elektron membentuk ion Fe^{2+} yang larut dalam air.

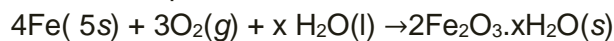
$\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + 2e^-$. Elektron yang dilepaskan mengalir melalui besi, sebagaimana elektron mengalir melalui rangkaian luar pada sel volta menuju daerah katodik hingga terjadi reduksi gas oksigen dari udara:



Ion Fe^{2+} yang larut dalam tetesan air bergerak menuju daerah katodik, sebagaimana ion-ion melewati jembatan garam dalam sel volta dan bereaksi dengan ion-ion OH^- membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ yang terbentuk dioksidasi oleh oksigen membentuk karat.



Reaksi keseluruhan pada korosi besi adalah sebagai berikut (lihat mekanisme pada Gambar 1:



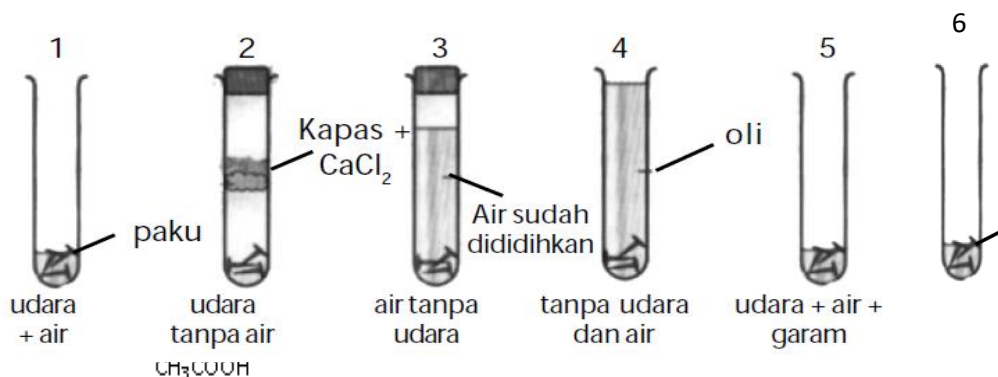
Akibat adanya migrasi ion dan elektron, karat sering terbentuk pada daerah yang agak jauh dari permukaan besi yang terkorosi (lubang). Warna pada karat beragam mulai dari warna kuning hingga coklat merah bahkan sampai berwarna hitam. Warna ini bergantung pada jumlah molekul H_2O yang terikat pada karat

C. Faktor-faktor yang Menyebabkan Korosi

Lakukan kegiatan berikut untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya korosi pada logam (besi)

Kegiatan

Perhatikan data percobaan seperti gambar berikut untuk mengetahui faktor-faktor penyebab korosi.



Pengkondisian keadaan paku adalah sebagai berikut:

Tabung reaksi no.	Keadaan awal
1	Paku dimasukkan dalam tabung reaksi terbuka berisi air
2	Paku diletakkan dalam tabung reaksi tertutup dan diberi kapas+CaCl ₂ untuk menyerap uap air dari udara di dalamnya.
3	Paku diletakkan dalam tabung reaksi tertutup berisi air mendidih
4	Paku dimasukkan dalam tabung terbuka berisi oli
5	Paku dimasukkan dalam tabung terbuka berisi udara, air, dan garam NaCl 0,5%
6	Paku dimasukkan dalam tabung terbuka berisi udara, air, dan larutan asam cuka

Berdasarkan data hasil pengamatan berikut, tuliskan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi

Tabung reaksi no.	Keadaan setelah beberapa hari	Faktor penyebab korosi
1	terjadi korosi	
2	tidak terjadi korosi	
3	tidak terjadi korosi	
4	tidak terjadi korosi	
5	terjadi korosi	
6	terjadi korosi	

Berdasarkan hasil percobaan setelah dibiarkan beberapa hari, logam besi (paku) akan terkorosi yang dibuktikan oleh terbentuknya karat (karat adalah produk dari peristiwa korosi). Korosi dapat terjadi jika ada udara (khususnya gas O₂) dan air. Jika hanya ada air atau gas O₂ saja, korosi tidak terjadi. Adanya garam terlarut dalam air akan mempercepat proses korosi. Hal ini disebabkan dalam larutan garam terdapat ion-ion yang membantu mempercepat hantaran ion-ion Fe²⁺ hasil oksidasi. Kekerasan karat meningkat dengan cepat oleh adanya garam sebab kelarutan garam meningkatkan daya hantar ion-ion oleh larutan sehingga mempercepat proses korosi. Ion-ion klorida juga membentuk senyawa kompleks yang stabil dengan ion Fe³⁺. Faktor ini cenderung meningkatkan kelarutan besi sehingga dapat mempercepat korosi. Berikut penjelasan lebih lanjut tentang faktor-faktor yang mempengaruhi korosi:

1. **Oksigen (O₂)**, adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada mild stell alloys akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Kelarutan oksigen dalam air merupakan fungsi dari tekanan, temperatur dan kandungan klorida. Untuk tekanan 1 atm dan temperatur kamar, kelarutan oksigen adalah 10 ppm dan kelarutannya akan berkurang dengan bertambahnya temperatur dan konsentrasi garam. Sedangkan kandungan oksigen dalam kandungan minyak-air yang dapat menghambat timbulnya korosi adalah 0,05 ppm atau kurang. Reaksi korosi secara umum pada besi karena adanya kelarutan oksigen adalah sebagai berikut :
 Reaksi Anoda : $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 Reaksi katoda : $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

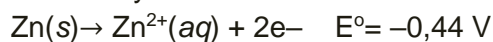
2. Elektrolit
 - a. adanya garam (NaCl) dalam air dapat meningkatkan daya hantar ion-ion oleh larutan sehingga mempercepat proses korosi.
 - b. Adanya asam cuka (CH₃COOH) dalam air yang bersifat korosif

D. Pencegahan Korosi

Korosi logam tidak dapat dicegah, tetapi dapat dikendalikan seminimal mungkin. Ada tiga metode umum untuk mengendalikan korosi, yaitu pelapisan (*coating*), proteksi katodik, dan penambahan zat inhibitor korosi.

1. Metode Pelapisan (*Coating*)

Metode pelapisan adalah suatu upaya mengendalikan korosi dengan menerapkan suatu lapisan pada permukaan logam besi. Misalnya, dengan pengecatan atau penyepuhan logam. Penyepuhan besi biasanya menggunakan logam krom atau timah. Kedua logam ini dapat membentuk lapisan oksida yang tahan terhadap karat (*pasivasi*) sehingga besi terlindung dari korosi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan film permukaan dari oksida logam hasil oksidasi yang tahan terhadap korosi sehingga dapat mencegah korosi lebih lanjut. Logam seng juga digunakan untuk melapisi besi (*galvanisir*), tetapi seng tidak membentuk lapisan oksida seperti pada krom atau timah, melainkan berkorban demi besi. Seng adalah logam yang lebih reaktif dari besi, seperti dapat dilihat dari potensial setengah reaksi oksidasinya



Oleh karena itu, seng akan terkorosi terlebih dahulu daripada besi. Jika pelapis seng habis maka besi akan terkorosi bahkan lebih cepat dari keadaan normal (tanpa seng). Paduan logam juga merupakan metode untuk mengendalikan korosi. Baja *stainless steel* terdiri atas baja karbon yang mengandung sejumlah kecil krom dan nikel. Kedua logam tersebut membentuk lapisan oksida yang mengubah potensial reduksi baja menyerupai sifat logam mulia sehingga tidak terkorosi.

2. Proteksi Katodik

Proteksi katodik adalah metode yang sering diterapkan untuk mengendalikan korosi besi yang dipendam dalam tanah, seperti pipa ledeng, pipa Pertamina, dan tanki penyimpanan BBM. Logam reaktif seperti magnesium dihubungkan dengan pipa besi. Oleh karena logam Mg merupakan reduktor yang lebih reaktif dari besi, Mg akan teroksidasi terlebih dahulu. Jika semua logam Mg sudah menjadi oksida maka besi akan terkorosi.

Latihan 2.5

1. Sebutkan faktor-faktor yang mempercepat korosi!
2. Sebutkan cara-cara untuk mencegah korosi!

KEGIATAN BELAJAR IV

Tujuan Pembelajaran

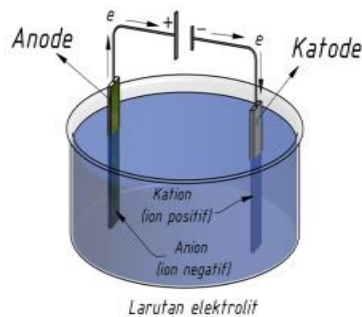
Melalui model pembelajaran dengan menggunakan Problem Based Learning, peserta didik diharapkan mampu menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait elektrolisis dan menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu. Dengan penuh rasa ingin tahu, tanggung jawab, disiplin selama proses pembelajaran, bersikap jujur, percaya diri dan pantang menyerah, serta memiliki sikap responsif (berpikir kritis) dan proaktif (kreatif), serta mampu berkomunikasi dan bekerjasama dengan baik dengan mengembangkan nilai karakter berpikir kritis, kreatif (kemandirian), kerjasama (gotong royong) dan kejujuran (integritas)

Uraian Materi

IV. SEL ELEKTROLISIS

A. Konsep Elektrolisis

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian elektrolit oleh arus listrik. Arus listrik berasal dari baterai atau aki yang menghasilkan arus searah. Reaksi elektrolisis tergolong reaksi redoks tidak spontan. Reaksi ini dapat berlangsung karena pengaruh energi listrik. Jadi pada elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Susunan sel elektrolisis digambarkan sebagai berikut:



Sel elektrolisis memiliki 2 macam elektrode:

- Elektrode (-) atau katode adalah elektrode yang dihubungkan dengan kutub (-) sumber arus listrik.
- Elektrode (+) atau anode adalah elektrode yang dihubungkan dengan kutub (+) sumber arus listrik.

Secara umum, sel elektrolisis terdiri dari:

- **Sumber listrik** yang menyuplai arus listrik searah (DC).
- **Katode**, tempat terjadinya reaksi reduksi.
- **Anode**, tempat terjadinya reaksi oksidasi.
- **Elektrolit**, yakni zat yang dapat menghantar listrik yang akan terionisasi dalam sel elektrolisis.

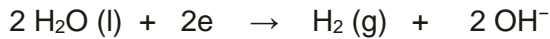
B. Reaksi-reaksi elektrolisis

Ada dua tipe elektrolisis, yaitu **elektrolisis lelehan/leburan** dan **elektrolisis larutan**. Pada proses **elektrolisis lelehan**, kation pasti tereduksi di katoda dan anion pasti teroksidasi di anoda.

Reaksi di katoda (reduksi)

Reaksi di katoda tergantung pada jenis **kation** (ion positif) dalam larutan.

1. Jika kation logam aktif / harga E° kecil (logam gol IA , IIA , Al dan Mn) tidak tereduksi, Yang tereduksi adalah air , karena E° air lebih besar.



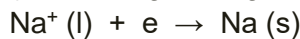
2. Jika kation logam lain , maka logam tersebut akan tereduksi (karena E° besar)



3. Jika kation adalah hidrogen , ion hidrogen tersebut akan tereduksi



4. Jika kation logam aktif , dan yang dielektrolisis adalah leburan/lelehan/ cairan(l) (tidak mengandung H_2O), maka logam aktif tetap tereduksi .



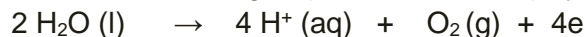
Reaksi di Anoda (oksidasi)

Reaksi di anoda tergantung dari **jenis anoda**

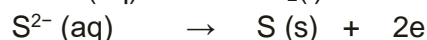
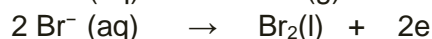
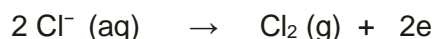
Berbeda dengan katoda , anoda kemungkinan dapat ikut bereaksi kecuali anodanya inert (Pt, C, Au)

1. Jika elektroda inert , reaksi di anoda tergantung anion (ion negatif)

- a. Jika anion beroksigen (NO_3^- , SO_4^{2-} dll) , yang teroksidasi air



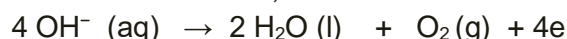
- b. Jika anion tak beroksigen (Cl^- , S^{2-} , dll), maka anion tersebut akan teroksidasi



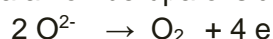
2. Jika anoda tidak inert (Cu, Ag, Ni, Zn) , maka anoda tersebut akan teroksidasi



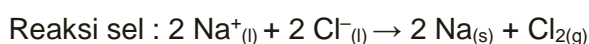
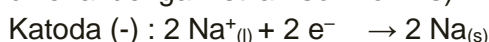
3. Jika anion adalah OH^- , maka OH^- tersebut akan teroksidasi



4. Jika anion berupa oksida, maka akan teroksidasi:



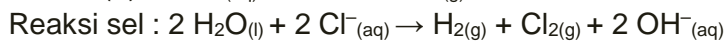
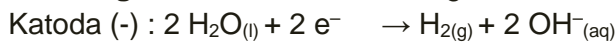
Sebagai contoh, berikut ini adalah reaksi elektrolisis lelehan garam NaCl (yang dikenal dengan istilah **sel Downs**) :



Reaksi **elektrolisis lelehan garam NaCl** menghasilkan endapan logam natrium di katoda dan gelembung gas Cl_2 di anoda.

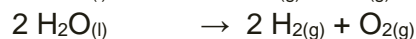
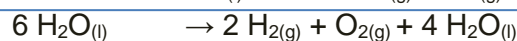
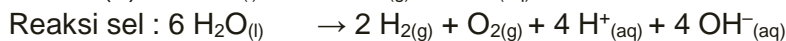
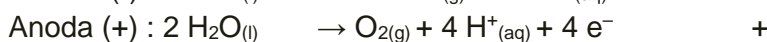
Bagaimana halnya jika **lelehan garam NaCl** diganti dengan **larutan garam NaCl**? Apakah proses yang terjadi masih sama? Untuk mempelajari reaksi **elektrolisis larutan garam NaCl**, kita mengingat kembali **Deret Volta**

Pada **katoda**, terjadi persaingan antara air dengan ion Na^+ . Berdasarkan **Tabel Potensial Standar Reduksi**, air memiliki E°_{red} yang lebih besar dibandingkan ion Na^+ . Ini berarti, air lebih mudah **tereduksi** dibanding ion Na^+ . Oleh sebab itu, spesi yang bereaksi di **katoda** adalah air. Sementara, berdasarkan **Tabel Potensial Standar Reduksi**, nilai E°_{red} ion Cl^- dan air hampir sama. Oleh karena oksidasi air memerlukan potensial tambahan (*overvoltage*), maka **oksidasi ion Cl^- lebih mudah dibandingkan oksidasi air**. Oleh sebab itu, spesi yang bereaksi di **anoda** adalah ion Cl^- . Dengan demikian, reaksi yang terjadi pada **elektrolisis larutan garam NaCl** adalah sebagai berikut :



Reaksi **elektrolisis larutan garam NaCl** menghasilkan gelembung gas H_2 dan ion OH^- (basa) di katoda serta gelembung gas Cl_2 di anoda. Terbentuknya ion OH^- pada katoda dapat dibuktikan dengan perubahan warna larutan dari bening menjadi merah muda setelah diberi sejumlah indikator fenolftalein (PP). Dengan demikian, terlihat bahwa produk elektrolisis lelehan umumnya berbeda dengan produk elektrolisis larutan.

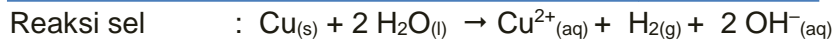
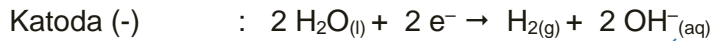
Selanjutnya kita mencoba mempelajari elektrolisis larutan Na_2SO_4 . Pada **katoda**, terjadi persaingan antara air dan ion Na^+ . Berdasarkan nilai E°_{red} , maka air yang akan **tereduksi di katoda**. Di lain sisi, terjadi persaingan antara ion SO_4^{2-} dengan air di **anoda**. Oleh karena bilangan oksidasi **S** pada SO_4^{2-} **telah mencapai keadaan maksimumnya, yaitu +6**, maka spesi SO_4^{2-} tidak dapat mengalami oksidasi. Akibatnya, spesi air yang akan **teroksidasi di anoda**. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dengan demikian, baik ion Na^+ maupun SO_4^{2-} , tidak bereaksi. Yang terjadi justru adalah peristiwa elektrolisis air menjadi unsur-unsur pembentuknya. Hal yang serupa juga ditemukan pada proses elektrolisis larutan $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ dan K_2SO_4 .

Jika elektrolisis lelehan maupun larutan menggunakan elektroda yang **tidak inert**, seperti Cu, Ag, Ni, dan Zn? Ternyata, elektroda yang tidak inert hanya dapat

bereaksi di **anoda**, sehingga produk yang dihasilkan di **anoda** adalah ion elektroda yang larut (*sebab logam yang tidak inert mudah teroksidasi*). Sementara, jenis elektroda tidak mempengaruhi produk yang dihasilkan di **katoda**. Sebagai contoh, berikut adalah proses elektrolisis larutan garam NaCl dengan menggunakan elektroda Cu :



Dari pembahasan di atas, kita dapat menarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan reaksi elektrolisis :

1. Baik elektrolisis lelehan maupun larutan, elektroda inert tidak akan bereaksi; elektroda tidak inert hanya dapat bereaksi di anoda
2. Pada elektrolisis lelehan, kation pasti bereaksi di katoda dan anion pasti bereaksi di anoda
3. Pada elektrolisis larutan, bila larutan mengandung ion alkali, alkali tanah, ion aluminium, maupun ion mangan (II), maka air yang mengalami reduksi di katoda
4. Pada elektrolisis larutan, bila larutan mengandung ion sulfat, nitrat, dan ion sisa asam oksida, maka air yang mengalami oksidasi di anoda

Latihan 2.6

1. Tulis reaksi elektrolisis larutan KI dengan elektroda Zn
2. Tulis reaksi elektrolisis larutan H_2SO_4 dengan elektroda Pt
3. Tulis reaksi elektrolisis larutan NaOH dengan elektroda C
4. Tulis reaksi elektrolisis lelehan Al_2O_3 dengan elektroda C
5. Tulis reaksi elektrolisis lelehan MgCl_2 dengan elektroda C

C. Aspek kuantitatif Elektrolisis

Setelah kita mempelajari aspek kualitatif reaksi elektrolisis, kini kita akan melanjutkan dengan aspek kuantitatif sel elektrolisis. Seperti yang telah disebutkan di awal, tujuan utama elektrolisis adalah untuk mengendapkan logam dan mengumpulkan gas dari larutan yang dielektrolisis. Kita dapat menentukan kuantitas produk yang terbentuk melalui konsep mol dan stoikiometri.

Elektrolisis menimbulkan reaksi redoks dan banyaknya zat yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang mengalir dalam sel elektrolisis.

Michael Faraday menunjukkan perhitungan kuantitatif dalam proses elektrolisis. Perhitungan ini menunjukkan hubungan muatan listrik yang melewati sel elektrolisis dengan jumlah zat yang bereaksi di elektroda-elektroda.

Hukum Faraday I :

Massa zat yang dipakai atau dihasilkan pada sel elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang melalui sel elektrolisis tersebut

$W \sim Q$	W = massa zat yang bereaksi di elektroda
$Q = i t$	Q = Jumlah listrik (C)
$W \sim i t$	i = kuat arus (A)
	t = waktu (detik)

Hukum Faraday II

Massa zat-zat yang yang dipakai atau dihasilkan pada sel-sel elektrolisis berbanding lurus dengan massa ekuivalen (ME) zat tersebut, dan berbanding terbalik dengan jumlah elektron pada persamaan reaksi.

$$W \sim ME$$

$$ME = \frac{Ar \text{ atau } Mr}{biloks}$$

$$W \sim i . t . ME$$

Muatan 1 elektron = $1,602 \cdot 10^{-19}$ C

1 mol elektron = $6,02 \cdot 10^{23}$ elektron

1 mol elektron = $(6,02 \cdot 10^{23}) \cdot (1,602 \cdot 10^{-19})$
= 96500 C (disebut 1 faraday)

1 mol e = 1 F

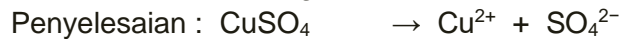
$$W = \frac{i . t}{96500} \times ME$$

$$\text{Mol e} = \frac{i . t}{96500}$$

$$W_1 : W_2 = ME_1 : ME_2$$

Contoh :

- Berapa gram Cu dapat diendapkan pada katoda jika elektrolisis larutan CuSO_4 dilakukan dengan arus 10 A selama 965 detik ? Ar Cu = 63,5



$$W = \frac{i . t}{96500} \times ME$$

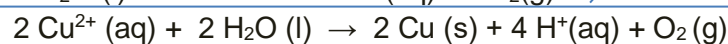
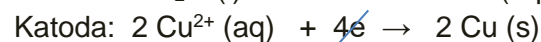
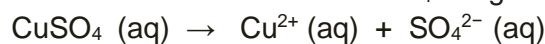
$$W = \frac{10 . 965}{96500} \times \frac{63,5}{2}$$

$W = 3,175$ gram

- Sebanyak 500 ml larutan CuSO_4 dielektrolisis dengan arus 10 A selama 965 detik.
 - tulis reaksi elektrolisis CuSO_4 dengan elektroda C
 - berapa massa Cu yang mengendap
 - berapa liter gas yang terbentuk (STP)
 - berapa liter gas yang terbentuk (27 °C , 2 atm)
 - berapa liter gas yang terbentuk , ketika 2 mol gas amoniak =40 liter
 - berapa pH larutan

Jawab :

- reaksi elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektroda C



- b. $\text{Mol } e = \frac{i \cdot t}{96500} = \frac{10 \times 965}{96500} = 0,1 \text{ mol}$
 $\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2e \rightarrow \text{Cu} (\text{s})$
 0,1 mol 1/2.0,1 mol = 0,05 mol
 massa Cu = 0,05 x 63,5 gram
 massa Cu = 3,175 gram
- c. $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 4 \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4e$
 $4/4 \times 0,1 \text{ mol} \quad 1/4 \times 0,1 \text{ mol} \quad 0,1 \text{ mol}$
 0,1 mol 0,025 mol
 Volume O_2 (STP) = 0,025 x 22,4 Liter = 0,56 liter
- d. Volume O_2 (27 °C , 2 atm)
 $P V = n R T$
 $2. V = 0,025 . 0,082. 300$
 $V = 0,3075 \text{ liter}$
- e. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$
 $\frac{V_1}{40} = \frac{0,025}{2}$ Jadi $V_1 = 0,5 \text{ Liter}$
- f. $[\text{H}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 = 2 \cdot 10^{-1}$
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$
 $= -\log 2 \cdot 10^{-1} = 1 - \log 2$

Latihan 2.7

- Jika leburan kalium hidroksida (Ar K=39) dielektrolisis dengan arus 0,4 Faraday.
 - Tulis persamaan reaksi elektrolisis leburan KOH
 - Hitung massa endapan Kalium di katoda.
- Larutan HNO_3 sebanyak 100 mL dielektrolisis dengan jumlah listrik 1930C.
 - Tuliskan reaksi elektrolisis yang terjadi di katode dan anode
 - Hitung pH larutan
- Pada elektrolisis larutan NiSO_4 dengan elektroda C, dihasilkan 5,9 gram logam Ni (Ar Ni = 59).
 - Tulis persamaan reaksi elektrolisis NiSO_4 .
 - Hitung volume gas oksigen yang terjadi di anoda pada keadaan standard (STP).
- Sejumlah arus listrik dapat mengendapkan 1,73 gram krom dari larutan $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ dan mengendapkan 5,6 gram logam Fe (Ar Fe=56) dari larutan FeCl_2 . Hitung A_r logam krom tersebut.
- Arus listrik 2 A dialirkan melalui larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ selama 4825 detik untuk menyepuh/melapisi 2 g cincin dengan logam tembaga (Ar Cu=64). Hitung massa cincin setelah penyepuhan.

Soal Tes Formatif

1. Tulis reaksi elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektroda C
2. Tulis reaksi elektrolisis larutan MgCl_2 dengan elektroda C
3. Pada elektrolisis larutan AgNO_3 dengan elektroda inert dihasilkan gas oksigen sebanyak 5,6 L pada STP. Berapakah jumlah listrik dalam Coulomb yang dialirkan pada proses tersebut?
4. Unsur Fluor dapat diperoleh dengan cara elektrolisis lelehan NaF. Berapakah waktu yang diperlukan untuk mendapatkan
5. 15 L gas fluorin (1 mol gas mengandung 25 L gas) dengan arus sebesar 10 Ampere?
6. Arus sebesar 0,452 A dilewatkan pada sel elektrolisis yang mengandung lelehan CaCl_2 selama 1,5 jam. Berapakah jumlah produk yang dihasilkan pada masing-masing elektroda?

D. Penggunaan Sel Elektrolisis dalam Industri

Salah satu aplikasi sel elektrolisis adalah pada proses yang disebut **penyepuhan**. Dalam proses **penyepuhan**, logam yang lebih mahal dilapiskan (diendapkan sebagai lapisan tipis) pada permukaan logam yang lebih murah dengan cara elektrolisis. Baterai umumnya digunakan sebagai sumber listrik selama proses **penyepuhan** berlangsung. Logam yang ingin disepuh berfungsi sebagai **katoda** dan lempeng perak (logam pelapis) yang merupakan logam penyepuh berfungsi sebagai **anoda**. Larutan elektrolit yang digunakan harus mengandung spesi ion logam yang sama dengan logam penyepuh (dalam hal ini, ion perak). Pada proses elektrolisis, lempeng perak di anoda akan teroksidasi dan larut menjadi ion perak. Ion perak tersebut kemudian akan diendapkan sebagai lapisan tipis pada permukaan katoda. Metode ini relatif mudah dan tanpa biaya yang mahal, sehingga banyak digunakan pada industri perabot rumah tangga dan peralatan dapur.

**BAB
III**

KIMIA UNSUR

A. Rencana Belajar Siswa

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.7 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah)	<p>3.7.1 Mengidentifikasi kelimpahan unsur golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah.</p> <p>3.7.2 Menganalisis sifat fisik dan sifat kimia unsur golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah.</p> <p>3.7.3 Menjelaskan kegunaan unsur dan/atau senyawa golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah.</p> <p>3.7.4 Menjelaskan cara pembuatan unsur dan/atau senyawa golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah.</p>
3.8 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur periode 3 dan golongan transisi (Periode 4)	<p>3.8.1 Mengidentifikasi kelimpahan unsur periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p> <p>3.8.2 Menganalisis sifat fisik dan sifat kimia unsur periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p> <p>3.8.3 Menjelaskan kegunaan dan dampak unsur dan/atau senyawa periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p> <p>3.8.4 Menjelaskan cara pembuatan unsur dan/atau senyawa periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p> <p>3.8.5 Menganalisis sifat-sifat khas unsur transisi (periode 4)</p> <p>3.8.6 Menuliskan nama senyawa kompleks berdasarkan rumus senyawanya dan sebaliknya</p>
4.7 Menyajikan data hasil penelusuran informasi sifat dan pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah)	<p>4.7.1 Menyajikan hasil analisis tentang sifat fisik dan sifat kimia golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah</p> <p>4.7.2 Menyajikan hasil analisis tentang proses pembuatan unsur dan/atau senyawa golongan gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah</p>
4.8 Menyajikan data hasil penelusuran informasi sifat dan pembuatan unsur-unsur Periode 3 dan unsur golongan transisi (periode 4)	<p>4.8.1 Menyajikan hasil analisis tentang sifat fisika, sifat kimia, unsur periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p> <p>4.8.2 Menyajikan hasil analisis cara pembuatan unsur-unsur periode 3 dan unsur transisi (periode 4)</p>

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar I

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Melalui pembelajaran ini, diharapkan peserta didik dapat memahami dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia dan halogen) dengan **sikap penuh religius, ketelitian, tanggung jawab, kerja keras dan menerima pendapat orang lain.**

b. Uraian

UNSUR GOLONGAN HALOGEN

Tentunya kita pernah berenang di kolam renang umum bukan? Pada saat berenang di kolam renang sering tercium bau yang menyengat dari air. Bau tersebut berasal dari bahan yang digunakan untuk membersihkan kolam renang dari kuman-kuman. Bahan pembersih tersebut merupakan senyawa klorin, yaitu senyawa hipoklorit (ClO^-). Selain itu juga digunakan sebagai pemutih yang biasa digunakan dalam rumah tangga misalnya untuk memutihkan pakaian. Pemutih tersebut mengandung larutan NaOCl yang dibuat dari NaOH dan Cl_2 . Klorin adalah salah satu dari unsur halogen yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Halogen adalah unsur-unsur golongan VIIA yang mempunyai elektron valensi 7. Istilah halogen berasal dari istilah ilmiah bahasa Perancis dari abad ke-18 yang diadaptasi dari bahasa Yunani, yaitu *halo genes* yang artinya 'pembentuk garam' karena unsur-unsur tersebut dapat bereaksi dengan logam membentuk garam. Halogen merupakan sekumpulan unsur nonlogam yang saling berkaitan erat, lincah, dan berwarna terang. Dan secara alamiah bentuk molekulnya diatomik.



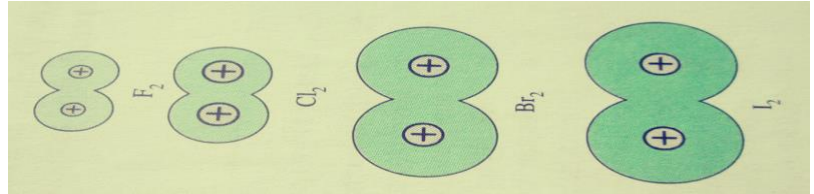
Untuk membersihkan kolam renang digunakan senyawa klorin

Tahukah Andall!

Asal-usul nama halogen berasal dari bahasa Yunani

- Fluorin (Fluere) = Aliran
- Klorin (Choros) = Kuning kehijauan
- Bromin (Bromos) = Bau busuk
- Iodin (Ioeides) = Warna ungu
- Astatine (Astatos) = tidak stabil

Golongan halogen terdiri dari beberapa unsur yaitu Fluorin (F), Klorin (Cl), Bromin (Br), Iodin (I), Astatin (At) dan unsur Ununseptium yang belum diketahui dengan jelas.



Gambar. Sumbu ikatan molekul diatomik unsur halogen

1) Sifat-sifat golongan halogen

Sifat-sifat unsur halogen dapat dilihat dari sifat fisis dan sifat kimianya. Sifat fisis antara lain titik leleh, titik didih, dan warna, sedangkan sifat kimianya dapat dilihat dari kereaktifan unsur halogen tersebut.

a) Sifat Fisik Halogen

Tabel 1.1 Sifat Fisik Halogen

Unsur	Fase	Warna	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Kerapatan (kg/m ³)
Fluorin (F)	Gas	Kuning pucat	-220	-188	1,696
Klorin (Cl)	Gas	Kuning kehijauan	-101	-35	3,214
Bromin (Br)	Cair	Merah gelap	-7,2	59	3.119
Iodin (I)	Padat	Kelabu kehitaman	114	184	4.930

(1). Titik didih dan titik leleh meningkat dari F ke I

Meningkatnya titik didih dan titik leleh unsur halogen dari atas ke bawah berkaitan dengan jari-jari atomnya. Dari atas ke bawah jari-jari atom unsur halogen makin besar. Jari-jari atom makin besar, gaya antar molekulnya (gaya London) pun makin besar, sehingga molekul-molekul halogen sulit lepas.

(2). Kerapatan bertambah dari F ke I

Kerapatan unsur halogen dari atas ke bawah (F, Cl, Br, I), semakin meningkat. Hal ini berkaitan dengan perubahan wujud dari gas (F, Cl) ke cair (Br), dan padat (I). Hal ini menunjukkan kekuatan gaya antar molekul bertambah dari F ke I.

b) Sifat Kimia Halogen

Dalam membicarakan sifat kimia halogen, kadangkala fluorin dan astatin diabaikan. Hal ini demikian karena astatin adalah bahan radioaktif. Fluorin juga mempunyai sifat-sifat anomali karena ukurannya yang kecil dan keelektronegatifannya yang tinggi.

(1). Keelektronegatifan

Halogen mudah membentuk ion negatif karena atom halogen mempunyai 7 elektron valensi pada kulit terluar dan memiliki konfigurasi elektron pada subkulit $ns^2 np^5$. Untuk mencapai keadaan stabil (struktur elektron gas mulia) atom-atom ini cenderung menerima satu elektron dari atom lain atau dengan menggunakan pasangan elektron secara bersama hingga membentuk ikatan kovalen dalam rangka membentuk susunan elektron yang stabil seperti gas mulia ($ns^2 np^6$). Oleh karena itu halogen disebut unsur yang sangat reaktif.

(2). Kereaktifan

Kereaktifan halogen sangat besar. Hal ini disebabkan jari-jari atom halogen sangat kecil sehingga mudah menarik elektron. Kereaktifan halogen dipengaruhi oleh keelektronegatifannya. Semakin tinggi keelektronegatifan maka semakin reaktif unsur halogen karena semakin mudah menarik elektron.

(3). Pengoksidasi

Halogen merupakan oksidator (pengoksidasi) kuat. Unsur-unsur halogen mudah mengikat elektron sehingga halogen mudah tereduksi. Dari fluorin sampai iodin sifat oksidator/pengoksidasi halogen semakin berkurang.

c) Sifat Atomik Halogen

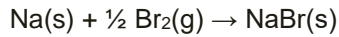
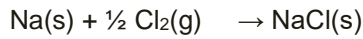
Tabel 1.2 Sifat Atomik Halogen

Unsur	Jari-jari atom (pm)	Massa atom	Keelektronegatifan	Afinitas electron (kJ/Mol)
Fluorin (F)	133	19,00	4,0	-328
Klorin (Cl)	180	35,45	3,0	-349
Bromin Br)	195	79,90	2,8	-325
Iodin (I)	215	126,9	2,5	-295

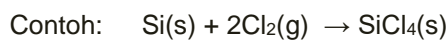
2) Reaksi-Reaksi Halogen**a) Reaksi halogen dengan unsur logam**

Reaksi halogen dengan unsur logam, baik logam golongan A maupun golongan B dapat langsung membentuk garam dan reaksinya berlangsung dengan hebat.

Contoh:

**b) Reaksi halogen dengan unsur golongan IVA**

Kecuali dengan karbon, halogen dapat bereaksi dengan langsung dengan semua unsur golongan IVA membentuk senyawa halida.

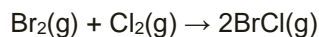
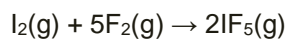
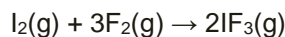
**c) Reaksi halogen dengan unsur golongan VA**

Kecuali dengan N_2 , halogen dapat bereaksi langsung dengan unsur golongan VA pada suhu kamar. Contoh: $\text{P}_4(\text{s}) + 6\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{PCl}_3(\text{g})$

d) Reaksi halogen dengan halogen lainnya

Reaksi halogen dengan unsur halogen lainnya dapat membentuk senyawa antarhalogen dengan rumus molekul XY_n , dimana Y lebih elektronegatif daripada X dan n merupakan bilangan ganjil.

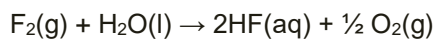
Contoh:

**e) Reaksi halogen dengan gas halogen**

Reaksi halogen dengan gas hidrogen berlangsung dengan sangat hebat membentuk gas hidrogen halida. Contoh: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g})$

f) Reaksi halogen dengan air

Fluorin dapat mengoksidasi air dan menghasilkan gas oksigen.

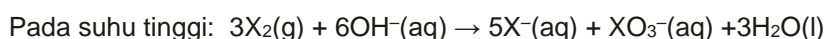
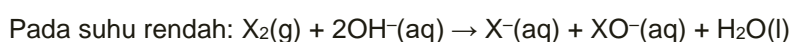


Jika gas klorin dialirkan ke dalam air, klorin akan mengalami reaksi disproporsionasi (autoredoks). $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{HCl}(\text{aq}) + \text{HClO}(\text{aq})$

Reaksi tersebut berada dalam kesetimbangan sehingga di dalam air masih tetap ada gas klorin (sebagai Cl_2). Larutan ini disebut sebagai air klorin. Br_2 dan I_2 dalam air tidak bereaksi dan larutannya disebut dengan air bromin dan air iodin.

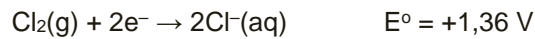
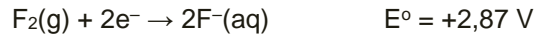
g) Reaksi halogen dengan basa kuat.

Kecuali F_2 , semua halogen di dalam basa kuat akan mengalami reaksi disproporsionasi (autoredoks). Reaksi yang terjadi dipengaruhi oleh suhu.

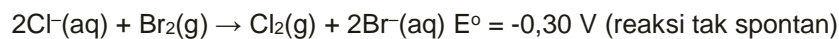
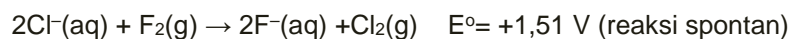


h) Reaksi halogen dengan halida

Dengan memperhatikan nilai potensial elektrode dari masing-masing halogen, maka halida dapat dioksidasi oleh halogen yang mempunyai daya oksidasi lebih tinggi. Nilai potensial elektrode halogen adalah:

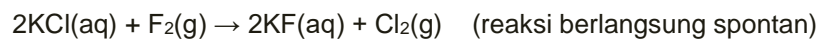


Perhatikan reaksi berikut:



Dari dua reaksi tersebut dapat disimpulkan, jika halida direaksikan dengan halogen yang terletak di atasnya dalam sistem periodik unsur periodik, halida tersebut akan mengalami oksidasi menghasilkan halogen. Sebaliknya, halogen akan mengalami reduksi menjadi halida. Akan tetapi, hal yang sebaliknya tidak dapat terjadi, sebab akan mempunyai potensial reaksi yang bernilai negatif.

Penerapan reaksi tersebut dalam reaksi molekuler adalah sebagai berikut.



Dengan demikian, halogen dapat mendesak halida di bawahnya dari suatu senyawa.

F_2 dapat mendesak Cl^- , Br^- , dan I^- dari senyawanya, misalnya

- $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{KCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KF}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KF}(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{g})$
- $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KF}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{g})$

Cl_2 dapat mendesak Br^- dan I^- , misalnya:

- $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{g})$
- $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{g})$

Br_2 dapat mendesak I^- dari senyawanya, tetapi tidak dapat mendesak Cl^- dan F^- dari senyawanya, misal:

- $\text{Br}_2(\text{g}) + 2\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KBr}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{g})$





Untuk lebih Jelas tentang reaksi karakteristik unsur halogen bisa dilihat pada link <https://youtu.be/J1CJWqhtD1o>

3) Kegunaan Unsur Halogen dan Senyawanya

Agar lebih memudahkan pemahaman tentang kegunaan halogen dan senyawanya, pada tabel 1.3 berikut diberikan beberapa kegunaan unsur halogen dan senyawanya

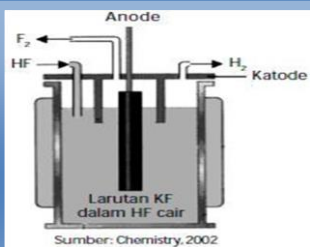
Jenis Halogen	Kegunaan		Contoh
	Unsur	Senyawa Halogen	
Flourin	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Membuat senyawa klorofluoro karbon (CFC), yang dikenal dengan nama Freon. ✓ Membuat Teflon. ✓ Memisahkan isotop U-235 dari U-238 melalui proses difusi gas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CFC (Freon) digunakan sebagai cairan pendingin pada mesin pendingin, seperti AC dan kulkas. Freon juga digunakan sebagai propelena aerosol pada bahan-bahan semprot. Penggunaan Freon dapat merusak lapisan ozon. ▪ Teflon (polietrafluoroetilena). Monomernya $CF_2=CF_2$, yaitu sejenis plastik yang tahan panas dan anti lengket serta tahan bahan kimia, digunakan untuk melapisi panci atau alat rumah tangga yang tahan panas dan anti lengket. ▪ Asam fluoride (HF) dapat melarutkan kaca, karena itu dapat digunakan untuk membuat tulisan, lukisan, atau sketsa di atas kaca. ▪ Garam fluoride ditambahkan pada pasta gigi atau air minum untuk mencegah kerusakan gigi. 	 <p>Alat masak teflon</p>  <p>Flouride dalam pasta gigi</p>
Klorin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk klorinasi hidrokarbon sebagai bahan baku industri serta karet sintesis. ▪ Untuk pembuatan tetrakloro metana (CCl_4). ▪ Untuk pembuatan etil klorida (C_2H_5Cl) yang digunakan pada pembuatan TEL (tetra etillead) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Senyawa natrium hipoklorit ($NaClO$) dapat digunakan sebagai zat pemutih pada pakaian. ▪ Natrium klorida ($NaCl$) digunakan sebagai garam dapur, pembuatan klorin dan $NaOH$, mengawetkan berbagai jenis makanan, dan mencairkan salju di jalan raya daerah beriklim dingin. ▪ Asam klorida (HCl) digunakan untuk membersihkan logam dari karat pada elektroplanting, menetralkan sifat basa pada berbagai proses, serta bahan baku 	 <p>Pemutih pakaian</p> 

Jenis		Kegunaan		Contoh
Halogen	Unsur	Senyawa Halogen		
	<p>yaitu bahan adaptif pada bensin.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk industri sebagai jenis pestisida. ▪ Sebagai bahan desinfektans dalam air minum dan kolam renang. ▪ Sebagai pemutih pada industri pulp (bahan baku pembuatan kertas) dan tekstil. ▪ Gas klorin digunakan sebagai zat oksidator pada pembuatan bromin. 	<p>pembuatan obat-obatan, plastik, dan zat warna.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapur klor (CaOCl_2) dan kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl}_2)$) digunakan sebagai bahan pengelantang atau pemutih pada kain. ▪ Polivinil klorida (PVC) untuk membuat paralon. ▪ Dikloro difenil trikloroetana (DDT) untuk insektisida. ▪ Kloroform (CHCl_3) untuk obat bius dan pelarut. ▪ Karbon tetraklorida (CCl_4) untuk pelarut organik. ▪ KCl untuk pembuatan pupuk. ▪ KClO_3 untuk bahan pembuatan korek api. 		

<p>Bromin</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk membuat etil bromida ($C_2H_4Br_2$). ▪ Untuk pembuatan AgBr. ▪ Untuk pembuatan senyawa organik misalnya zat warna, obat-obatan dan pestisida. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etil bromida ($C_2H_4Br_2$) suatu zat aditif yang dicampurkan kedalam bensin bertimbal (TEL) untuk mengikat tibal, sehingga tidak melekat pada silinder atau piston. Timbal tersebut akan membentuk $PbBr_2$ yang mudah menguap dan keluar bersama-sama dengan gas buangan dan akan mencemarkan udara. ▪ AgBr merupakan bahan yang sensitif terhadap cahaya dan digunakan dalam film fotografi. ▪ Natrium bromide (NaBr) sebagai obat penenang saraf. Make Google view image button visible. 	 <p>Natrium Bromida</p>
<p>Iodin</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iodin Banyak digunakan untuk obat luka (larutan iodin dalam alkohol yang dikenal dengan iodium tingtur) ▪ Sebagai bahan untuk membuat perak iodida (AgI) ▪ menguji adanya amilum tepung tapioka. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KI digunakan sebagai obat anti jamur. ▪ Iodoform (CHI_3) digunakan sebagai zat antiseptik. ▪ AgI digunakan bersama-sama dengan AgBr dalam film fotografi. ▪ NaI dan $NaIO_3$ atau KIO_3 dicampur dengan NaCl untuk mencegah penyakit gondok. Kekurangan iodium pada wanita hamil akan mempengaruhi tingkat kecerdasan pada bayi yang dikandungnya. 	 <p>Uji amilum pada roti</p>

4). Pembuatan Unsur Dan Senyawa Halogen

Sebagian proses pembuatan halogen dilakukan dengan metoda elektrolisis namun tidak dengan cara elektrolisis saja namun banyak cara digunakan dalam proses pembuatan halogen baik dalam lingkup industri maupun labolatorium, berikut beberapa proses pembuatan halogen dalam indistri.

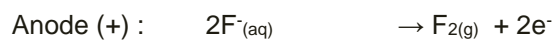
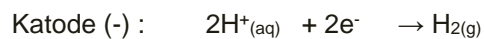
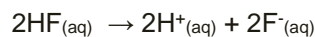


Sumber: Chemistry, 2002

Gambar Pembuatan gas F_2 secara Elektrolisis

(a). Pembuatan Flourin (F₂)

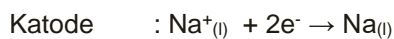
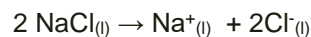
Fluorin dibuat dari elektrolisis asam fluorida(HF). Sebagai bahan baku untuk mendapatkan HF diperoleh dari fluorspar (CaF₂) yang direaksikan dengan H₂SO₄ pekat. HF yang diperoleh dicampur dengan KHF₂ cair(bebas air), ditambahkan LiF 3% untuk menurunkan suhu sampai 1000 . Wadah untuk reaksi elektrolisis terbuat dari logam monel(campuran Cu dan Ni), campuran tersebut tidak boleh mengandung air karena F₂ yang terbentuk akan mengoksidasinya. Dalam elektrolisis dihasilkan gas H₂ di katoda dan gas F₂ di anoda. Wadahnya menjadi katode, sedangkan anodanya adalah grafit. Persamaan reaksi elektrolisis HF sebagai berikut.



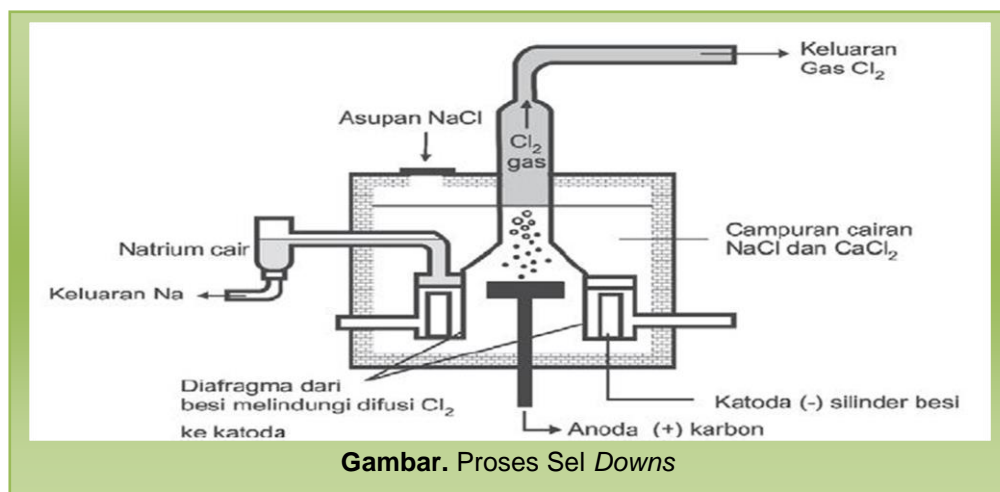
Gas F₂ diproduksi secara komersial untuk bahan bakar nuklir uranium. Logam uranium direaksikan dengan gas fluorin berlebih menghasilkan uranium heksafluorida, UF₆ (padatan berwarna putih dan mudah menguap).

(b). Pembuatan Klorin (Cl₂)

Proses Downs yaitu elektrolisis leburan NaCl (NaCl cair). Sebelum dicairkan, NaCl dicampurkan dahulu dengan sedikit NaF agar titik lebur turun dari 800°C menjadi 600°C.



Untuk mencegah kontak (reaksi) antara logam Na dan Cl₂ yang terbentuk, digunakan diafragma lapisan besi tipis.



Proses Castner-Kellner adalah metode elektrolisis dari larutan alkali klorida (biasanya larutan natrium klorida) untuk memproduksi alkali hidroksida yang bersesuaian dan gas klorida. Berikut ini adalah gambar proses *Castner-Keller*.

Aparatus yang ditampilkan pada gambar dibagi menjadi 2 jenis sel yang dipisahkan oleh dinding sabak. Sel jenis pertama, selanjutnya disebut sel bagian luar, ditampilkan di sebelah kanan dan kiri diagram, menggunakan elektrolit larutan natrium klorida, sebuah anoda grafit (A), dan sebuah katoda raksa (M). Sel jenis lain, selanjutnya disebut sel bagian tengah, ditampilkan di tengah diagram, menggunakan sebuah elektrolit larutan natrium hidroksida, sebuah anoda raksa (M), dan sebuah katoda besi (D). Perhatikan bahwa elektroda raksa dipakai bersama oleh tiga sel tersebut. Hal ini dicapai dengan membuat dinding memisahkan sel namun tetap memungkinkan raksa mengalir di bawahnya. Reaksi di anoda (A) adalah: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

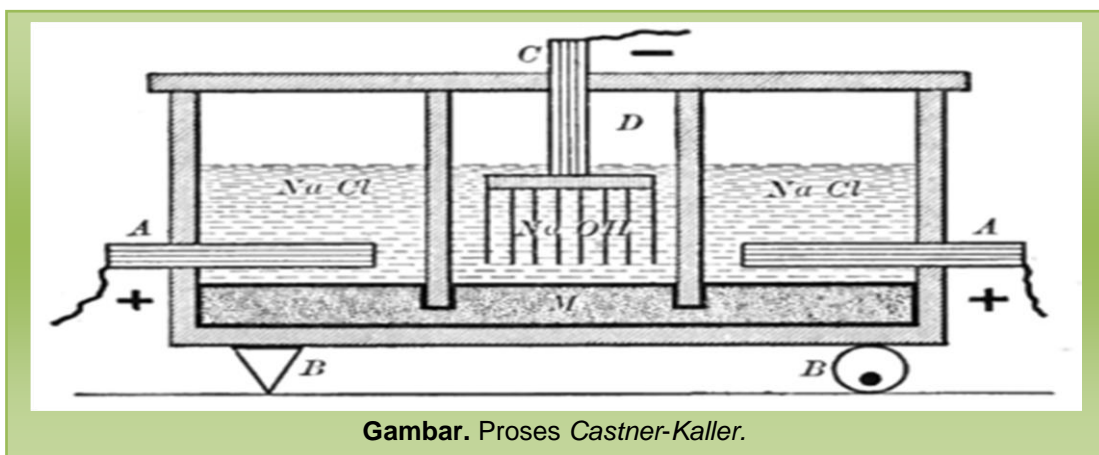
Gas klorin yang dihasilkan diventilasi keluar ke bagian atas sel bagian luar di mana gas tersebut diperoleh sebagai produk sampingan proses ini. Reaksi di katoda raksa di sel bagian luar adalah: $2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}$

Logan natrium yang dibentuk dari reaksi ini larut dalam raksa untuk membentuk sebuah amalgam, senyawa yang dibentuk dari reaksi raksa dengan logam lainnya. Raksa mengalirkan arus dari sel bagian luar ke sel bagian tengah. Sebagai tambahan, mekanisme penggoyangan (B ditunjukkan oleh titik tumpu di sebelah kiri dan berputar secara eksentrik di sebelah kanan) membuat raksa membawa logam natrium yang terlarut dari sel bagian luar ke sel bagian tengah. Reaksi anoda di sel bagian tengah yang terjadi di antara raksa dan larutan natrium hidroksida: $2\text{Na (amalgam)} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^-$

Pada akhirnya, pada katoda besi (D) di sel bagian tengah, reaksinya adalah: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

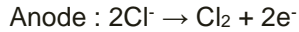
Efek keseluruhan adalah konsentrasi natrium klorida di sel bagian luar berkurang dan konsentrasi natrium hidroksida di sel bagian tengah meningkat.

Sewaktu proses berlangsung, beberapa larutan natrium hidroksida diambil dari sel bagian tengah sebagai produk output dan digantikan dengan air. Natrium klorida ditambah di sel bagian luar untuk menggantikan apa yang telah dielektrolisis.



Gambar. Proses *Castner-Keller*.

Proses Gibbs, yaitu elektrolisis larutan NaCl.



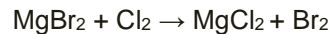
Modifikasi Proses Deacon yaitu Oksidasi gas HCl yang mengandung udara dengan menggunakan katalis tembaga. *Reaksi yang terjadi* : $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Berlangsung pada suhu $\pm 430^\circ\text{C}$ dan tekanan 200 atm. Hasil reaksinya tercampur $\pm 44\%$ N_2 .

(c). Pembuatan Brom (Br_2)

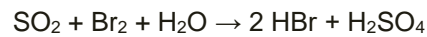


Untuk lebih Jelas tentang pembuatan bromin bisa dilihat pada link <https://youtu.be/ealps1WxJPQ>

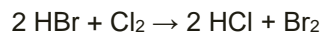
Dalam ekstra KCl dan MgCl_2 dari carnalite terdapat MgBr_2 0,2%



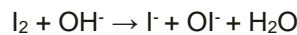
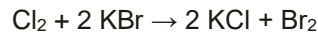
Air laut diasamkan dengan H_2SO_4 encer dan direaksikan dengan klor, penambahan asam dilakukan agar tidak terjadi hidrolisis. Dengan penghembusan udara diperoleh volume yang cukup besar yang mengandung brom kemudian dicampur dengan SO_2 dan uap air.



Kemudian direaksikan dengan Cl_2



Penyulingan dengan KBr dapat menghilangkan klor dan dengan penambahan KOH dapat menghilangkan I_2 .

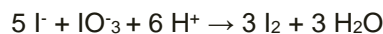
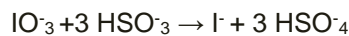


(d). Pembuatan Yod (I_2)

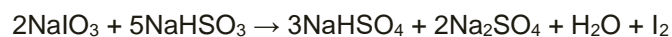
Gas I_2 diproduksi dari air laut melalui oksidasi ion iodida dengan oksidator gas Cl_2 . Iodin juga dapat diproduksi dari natrium iodat (suatu pengotor dalam garam Chili, NaNO_3) melalui reduksi ion iodat oleh NaHSO_3 .

Garam chili mengandung NaIO_3 0,2 %

Setelah mengkristalkan NaNO_3 , filtrat yang mengandung IO_3^- di tambah NaHSO_3 lalu di asamkan.



Dari ganggang laut.



atau :



Endapan I_2 yang terbentuk disaring dan dimurnikan dengan cara sublimasi.



Untuk lebih Jelas tentang pembuatan Yod bisa dilihat pada link https://youtu.be/SKfl_ewvbynA

UNSUR GOLONGAN GAS MULIA



*Gas Mulia itu apa sih?
Mengapa jika balon
diisi gas Helium bisa
terbang bebas,
sedangkan jika diisi*

Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn) adalah unsur-unsur yang terdapat pada golongan VIII A yang disebut gas mulia. Disebut mulia karena unsur-unsur ini sangat stabil, berfasa gas pada suhu ruang dan bersifat inert (sukar bereaksi dengan unsur lain). Menurut Lewis, kestabilan gas mulia tersebut disebabkan konfigurasi elektronnya yang terisi penuh, yaitu konfigurasi oktet (duplet untuk Helium). Konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia adalah ns^2, np^6 , kecuali He $1s^2$.

Unsur-unsur gas mulia banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contohnya yaitu sebagai pengisi balon udara. Helium digunakan sebagai bahan pengisi balon udara pengganti hydrogen karena sifatnya yang tidak mudah terbakar (tidak bereaksi dengan unsur lain, misalnya oksigen) dan ringan. Apakah unsur-unsur gas mulia yang lain dapat digunakan sebagai pengisi balon udara? Mengapa?

1. Sifat Keperiodikan

Ketika balon udara diisi dengan unsur gas mulia yang lain selain helium, maka balon tersebut tidak akan dapat terbang. Hal ini disebabkan karena unsur yang lain memiliki massa atom yang lebih besar, yang mempengaruhi kerapatan unsur-unsur tersebut. Kerapatan gas mulia bertambah besar dengan bertambahnya massa atom. Besarnya jumlah massa atom juga menunjukkan bahwa jumlah elektronnya bertambah. Bertambahnya jumlah elektron mempengaruhi besarnya gaya tarik antar molekul (gaya London), dimana terjadi gaya dipole sesaat. Besarnya gaya tarik antar molekul unsur gas mulia menyebabkan kerapatan unsur gas mulia menjadi bertambah.

Jadi, dapat dikatakan bahwa nilai kerapatan gas mulia dipengaruhi oleh massa atom dan gaya London. Nilai kerapatan gas

Neil Bartlet

Gas mulia bersifat inert (sukar bereaksi dengan unsur) bukan berarti tidak dapat bereaksi dengan unsur lain. Hal ini telah dibuktikan oleh Neil Bartlet, seorang ahli kimia dari Kanada yang berhasil membuat senyawa xenon, yaitu $XePtF_6$ (1962). Sejak itu berbagai senyawa gas mulia berhasil dibuat.

Kelimpahan Gas Mulia

- Helium adalah unsur terbanyak jumlahnya di alam semesta karena Helium merupakan salah satu keunsureb penyusun bintang. Namun, di udara kering/ bebas, kadar Argon lebih banyak dibanding unsur gas mulia yang lain. Adapun argon kapersentase kelimpahannya yaitu :
- Argon kadarnya 0,93%
 - Neon kadarnya $1,8 \times 10^{-3}$ %
 - Helium kadarnya $5,2 \times 10^{-4}$ %
 - Krypton kadarnya $1,1 \times 10^{-4}$ %
 - Xenon kadarnya $8,7 \times 10^{-6}$ %

Tahukah kamu??

Asal-usul nama gas mulia

Nama-nama unsur gas mulia berasal dari bahasa Yunani yaitu:

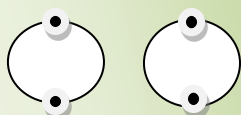
- Helium (Helios) = matahari
- Argon (Argos) = malas
- Neon (Neos) = baru
- Xenon (Xenos) = asing
- Radium (Radium) = radium

Sekilas Balik 😊

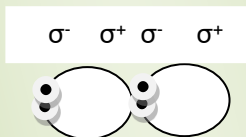
Gaya tarik antar molekul

Perhatikan gambar berikut !

Molekul-molekul Helium



Elektron senantiasa bergerak mengelilingi inti, maka suatu ketika elektron-elektron tersebut akan berkumpul pada suatu sisi dan membentuk dipol. Sisi yang elektronnya banyak, akan bermuatan negatif, sedangkan pada sisi yang lain positif. Jika dipole negatif bertemu dengan dipol positif, maka akan terjadi tarik menarik antar molekul.



Nah, bayangkan jika elektronnya banyak, maka gaya tarik antar molekulnya akan kuat dan kerapatannya akan semakin besar.

Jika nilai kerapatan semakin besar dan gaya tarik antar molekul semakin kuat, maka gas mulia memerlukan energi yang besar untuk melepaskan elektron agar dapat bereaksi dengan unsur lain. Dengan kata lain, dalam satu golongan, energi ionisasi semakin kecil, sedangkan titik didih dan titik leleh akan semakin besar

mulia (dari atas ke bawah) semakin besar dengan penambahan massa atom dan kekuatan gaya London.

Kuatnya gaya tarik antar molekul yang terjadi pada golongan gas mulia (dari atas ke bawah) tidak hanya mempengaruhi bertambahnya kerapatan gas mulia, tetapi juga mempengaruhi bertambahnya titik didih, titik leleh.

Kuatnya gaya tarik menarik antar molekul (gaya London) pada gas mulia menyebabkan atom-atom gas mulia semakin sulit untuk lepas. Dengan kata lain, dibutuhkan energi yang semakin besar, dalam hal ini suhu (titik leleh dan titik didih) untuk mengatasi gaya London yang semakin kuat tersebut.

Tabel 1.4. Sifat-sifat Gas Mulia

Unsur	Kerapatan (kg/m ³)	Titik Leleh (°C)	Titik Didih (°C)	Energi Ionisasi (kJ/mol)	Jari-jari Atom (Angstrom)
Helium	0,179	-272	-269	2738	0,50
Neon	0,900	-249	-246	2088	0,65
Argon	1,78	-189	-186	1520	0,95
Krypton	3,71	-157	-152	1356	1,10
Xenon	5,88	-112	-107	1170	1,30
Radon	9,73	-71	-61,8	1040	1,45

Dari data di atas, kita dapat melihat adanya keteraturan sifat-sifat keperiodikan pada gas mulia. Dalam satu golongan (dari atas ke bawah), kecenderungan sifat-sifatnya semakin besar kecuali energi ionisasinya.

Jari-jari atom yang kecil (dalam satu golongan, semakin ke atas semakin kecil) mempunyai energi ionisasi besar, artinya elektronnya sangat sukar dilepaskan, elektron terluar relatif lebih tertarik ke inti atom. Oleh sebab itu, atom-atom gas mulia sangat sukar untuk bereaksi. Dari atas ke bawah, jari-jari atom makin besar, energi ionisasinya makin kecil atau makin mudah melepaskan elektron, sehingga gas mulia dari atas ke bawah makin reaktif.

Kecenderungan kereaktifan gas mulia meningkat dari Kr ke Rn. Hal ini diperoleh dengan membandingkan kondisi yang diperlukan agar ketiga unsur dapat bereaksi dengan F₂.

Namun demikian, kereaktifan Ar tidak bisa dibandingkan langsung dengan ketiganya karena unsur Ar masih belum dapat bereaksi langsung dengan fluorin (F) melainkan dengan HF pada

suhu yang sangat rendah. Akan tetapi, diduga Ar mempunyai kereaktifan mengikuti kecenderungan Kr, Xe, dan Rn.

Kereaktifan gas mulia meningkat dari Ar ke Rn

2. Reaksi-reaksi Gas Mulia

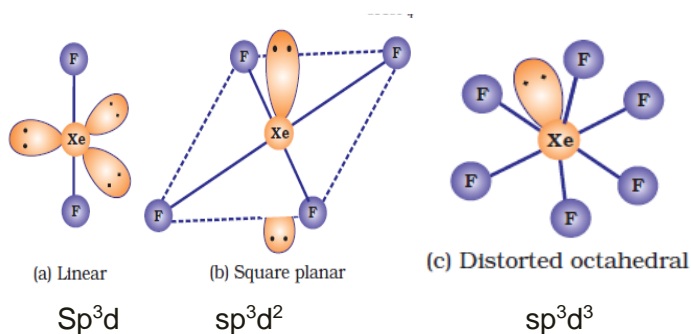
Unsur-unsur gas mulia (Ar, Kr, Xe, dan Rn) hanya dapat bereaksi dengan unsur-unsur yang sangat elektronegatif seperti F dan O. Berikut disajikan beberapa reaksi gas mulia :

Tabel 1.5 Reaksi-reaksi Gas Mulia

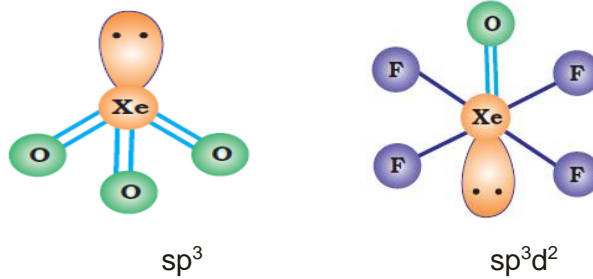
Gas Mulia	Reaksi Gas Mulia	Senyawa gas mulia yang terbentuk
Argon (Ar)	$\text{Ar(s)} + \text{HF} \rightarrow \text{HArF}$	Argon hidrofluorida
Krypton (Kr)	$\text{Kr(s)} + \text{F}_2(\text{s}) \rightarrow \text{KrF}_2(\text{s})$	Krypton fluorida
Xenon (Xe)	$\text{Xe(g)} + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_2(\text{s})$ $\text{Xe(g)} + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_4(\text{s})$ $\text{Xe(g)} + 3\text{F}_2(\text{g})_{\text{berlebih}} \rightarrow \text{XeF}_6(\text{s})$	Xenon fluorida
	$\text{XeF}_6(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{XeO}_3(\text{s}) + 6\text{HF(aq)}$ $6\text{XeF}_4(\text{s}) + 12\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{XeO}_3(\text{s}) + 4\text{Xe(g)} + 3\text{O}_2(\text{g}) + 24\text{HF(aq)}$	Xenon oksida
Radon (Rn)	$\text{Rn(g)} + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{RnF}_2$	Radon fluorida

Berikut adalah beberapa bentuk molekul senyawa gas mulia yang terbentuk :

a) Xenon fluorida





b) Xenon oksida



3. Kegunaan gas mulia

Kegunaan dari gas mulia dapat dilihat pada tabel 1.6 berikut:

Unsur	Kegunaan	Contoh
Helium (He)	<ul style="list-style-type: none"> Gas pengisi kapal udara dan balon udara untuk mempelajari cuaca, karena sifatnya yang sukar bereaksi, tidak mudah terbakar dan ringan Helium cair dipakai sebagai cairan pendingin untuk menghasilkan suhu yang rendah karena memiliki titik uap yang sangat rendah Udara yang dipakai oleh penyelam adalah campuran 80 % He dan 20 % oksigen. Helium digunakan untuk menggantikan nitrogen karena jika penyelam berada pada tekanan yang tinggi (dibawah laut) maka kemungkinan besar nitrogen larut dalam darah. Dalam jumlah sedikit saja nitrogen larut dalam darah, maka akan terjadi halusinasi yang disebut narkosis nitrogen. Akibat halusinasi ini penyelam mengalami seperti terkena narkoba sehingga membahayakan penyelam. Selain itu, ketika nitrogen banyak larut dalam darah dan penyelam kembali ke keadaan normal maka timbul gelembung gas nitrogen dalam darah yang menimbulkan rasa nyeri yang hebat karena nitrogen melewati pembuluh-pembuluh darah bahkan dapat mengakibatkan kematian. Inilah yang disebut bends Campuran Helium dan Oksigen juga dipakai oleh para pekerja dalam terowongan dan tambang bawah tanah yang bertekanan tinggi Di rumah sakit, campuran Helium dan Oksigen dipakai sebagai pernapasan pada penderita asma 	 <p>Balon udara yang diisi gas helium</p>

<p>Neon (Ne)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengisi lampu neon ▪ Zat pendingin, indicator tegangan tinggi, penangkal petir dan untuk pengisi tabung-tabung televisive ▪ Neon cair digunakan sebagai pendingin pada reactor nuklir 	 <p>Lampu neon</p>
<p>Argon (Ar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengisi lampu pijar karena tidak bereaksi dengan kawat wolfram yang panas ▪ Untuk lampu reklame dengan cahaya berwarna merah muda ▪ Sebagai atmosfer pada pengelasan benda-benda yang terbuat dari stainless steal, titanium, magnesium dan aluminium. Misalkan pengelasan titanium pada pembuatan pesawat terbang atau roket 	 <p>lampu pijar</p>
<p>Kripton (Kr)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas krypton bersama dengan argon digunakan untuk mengisi lampu tiorensensi (lampu neon) bertekanan rendah. Krypton inilah yang membuat lampu menyala menjadi putih ▪ Lampu kilat fotografi berkecepatan tinggi ▪ Lampu mercusuar, laser untuk perawatan retina 	 <p>Lampu mercusuar</p>
<p>Xenon (Xe)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pembuatan tabung electron ▪ Pembiusan pasien pada saat pembedahan karena xenon bersifat anestetika (pemati rasa) ▪ Bahan baku pembuatan senyawa-senyawa xenon ▪ Garam Perxenon (Na_4XeO_3) sebagai oksidator paling kuat ▪ Membuat lampu-lampu reklame yang memberi cahaya biru. ▪ Pembuatan lampu untuk bakterisida (pembunuh bakteri) ▪ Mengeluarkan cahaya pada kamera saat pemotretan (blitz) 	 <p>Cahaya blitz</p>
<p>Radon (Rn)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terapi radiasi bagi penderita kanker dengan memanfaatkan sinar yang dihsilkan. Namun demikian, jika radon terhisap dalam jumlah cukup banyak akan menimbulkan kanker paru-paru ▪ Radon digunakan dalam penyelidikan hidrologi yang mengkaji interaksi antara air bawah tanah, anak sungai dan sungai karena peluruhan yang cukup cepat ▪ Sebagai peringatan gempa karena bila lempengan bumi bergerak kadar radon akan berubah sehingga bias diketahui bila adanya gempa dari perubahan kadar radon 	 <p>Terapi kanker dengan radiasi radon</p>

Gas mulia di alam berada dalam bentuk monoatomik karena bersifat tidak reaktif. Oleh karena itu, ekstraksi gas mulia umumnya menggunakan pemisahan secara fisis. Perkecualian adalah Radon yang diperoleh dari peluruhan unsure radioaktif.

a). Ekstraksi Helium (He) dari gas alam

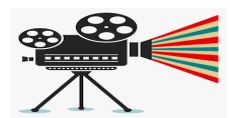
Gas alam mengandung hidrokarbon dan zat seperti CO₂, uap air, He, dan pengotor lainnya. Untuk mengekstraksi He dari gas alam, digunakan proses pengembunan (liquefaction). Pada tahap awal, CO₂ dan uap air terlebih dahulu dipisahkan (Hal ini karena pada proses pengembunan, CO₂ dan uap air dapat membentuk padatan yang menyebabkan penyumbatan pipa). Kemudian, gas alam diembunkan pada suhu di bawah suhu pengembunan hidrokarbon tetapi di atas suhu pengembunan He. Dengan demikian, diperoleh produk berupa campuran gas yang mengandung 50% He, N₂, dan pengotor lainnya. Selanjutnya, He dimurnikan dengan proses antara lain:

- Proses kriogenik (kriogenik artinya menghasilkan dingin). Campuran gas diberi tekanan, lalu didinginkan dengan cepat agar N₂ mengembun sehingga dapat dipisahkan, sisa campuran dilewatkan melalui arang teraktivasi yang akan menyerap pengotor sehingga diperoleh He yang sangat murni.
- Proses adsorpsi. Campuran gas dilewatkan melalui bahan penyerap (adsorbent bed) yang secara selektif menyerap pengotor. Proses ini menghasilkan He dengan kemurnian 99,997% atau lebih.

b). Ekstraksi He, Ne, Ar, Kr, dan Xe dari udara

Proses yang digunakan disebut teknologi pemisahan udara. Pada tahap awal, CO₂ dan uap air dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian, udara diembunkan dengan pemberian tekanan 200 atm diikuti pendinginan cepat. Sebagian besar udara akan membentuk fase cair dengan kandungan gas yang lebih banyak, yakni 60% gas mulia (Ar, Kr, Xe) dan sisanya 30% dan 10% N₂. Sisa udara yang mengandung He dan Ne tidak mengembun karena titik didih kedua gas tersebut sangat rendah. Selanjutnya Ar, Kr, dan Xe dalam udara cair dipisahkan menggunakan proses, antara lain:

- Proses adsorpsi. Pertama, O₂ dan N₂ dipisahkan terlebih dahulu menggunakan reaksi kimia. O₂ direaksikan dengan Cu panas. Lalu N₂ direaksikan dengan Mg. sisa campuran (Ar, Xe, dan Kr) kemudian akan diadsorpsi oleh arang teraktivasi. Sewaktu arang dipanaskan perlahan, pada kisaran suhu tertentu setiap gas akan terdesorpsi atau keluar dari arang. Air diperoleh pada suhu sekitar -80 , sementara Kr dan Xe pada suhu yang lebih tinggi.
- Proses distilasi fraksional menggunakan kolom distilasi fraksional bertekanan tinggi. Prinsip pemisahan adalah perbedaan titik didih zat. Karena titik didih N₂ paling rendah, maka N₂ terlebih dahulu dipisahkan. Selanjutnya, Ar dan O₂ dipisahkan. Fraksi berkadar 10% Air ini lalu dilewatkan



Untuk menambah pengetahuan tentang gas mulia bisa dipelajari juga melalui video pada link berikut :

<https://youtu.be/6rPNLJmTMIE>

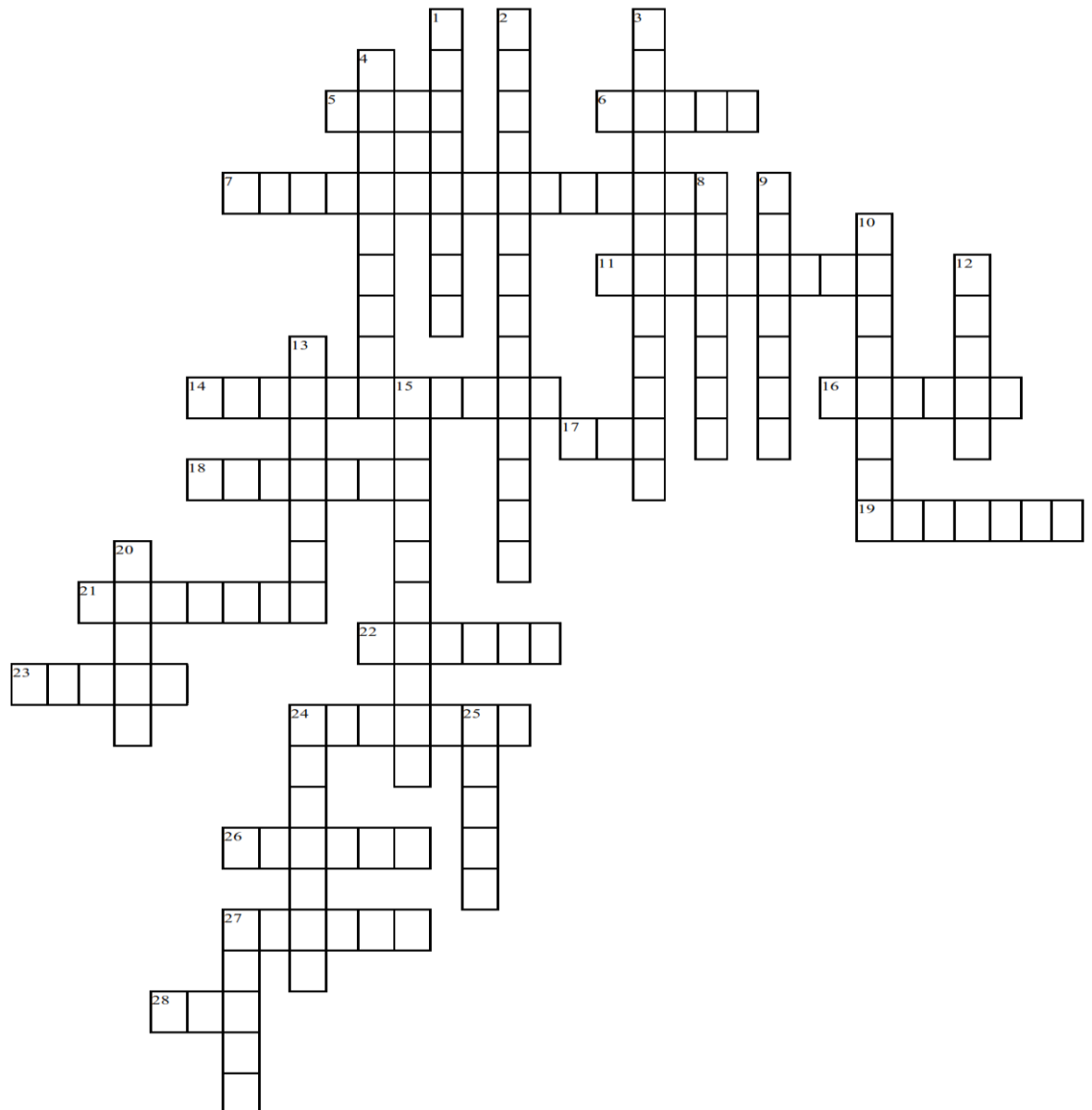
melalui kolom distilasi terpisah dimana diperoleh Ar dengan kemurnian 98% (Ar dengan kemurnian 99,9995% masih dapat diperoleh dengan proses lebih lanjut). Sisa gas, yakni Xe dan Kr, dipisahkan pada tahapan distilasi selanjutnya.

c. Rangkuman

- 1). Halogen adalah kelompok unsur golongan VIIA. Halogen memiliki sifat-sifat umum sebagai berikut :
 - a) Golongan unsur paling dekat dengan gas mulia, sangat tidak stabil (reaktif) dan afinitas elektron tinggi, dengan urutan afinitas : $\text{Cl} > \text{F} > \text{Br} > \text{I} > \text{At}$
 - b) Keelektronegatifan : $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I} > \text{At}$
 - c) Unsur bebasnya berbetuk molekul diatomik (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2)
 - d) Sifat oksidator : $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
- 2). Halogen dapat bereaksi dengan logam, asam, air, hidrogen, nitrogen, hidrokarbon, basa dan antarhalogen. Halogen dapat membentuk senyawa-senyawa asam haida, asam okso halogen dan garam-garamnya
- 3). Gas mulia adalah kelompo unsur golongan VIIIA yang terdiri dari Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Ra).
- 4). Secara umum, gas mulia memiliki sifat-sifat sebagai berikut,
 - a) Memiliki 8 elektron valensi (8 ev), kecuali He (2 ev)
 - b) Energi ionisasi tinggi dan afinitas elektron rendah, sehingga sukar bereaksi.
 - c) Keelektronegatifan rendah
 - d) Stabil sebagai unsur monoatomik
 - e) Makin kebawah energi ionisasi rendah , sehingga Ar, Kr, Xe dan Rn dapat direaksikan dengan atom yang sangat elektronegatif (F dan O)
 - f) Makin ke bawah : jari-jari atom, kerapatan, titik didih, titik leleh dan kereaktifan semakin

d. Tugas

Isilah Teka-Teki Silang dibawah ini dengan Benar!



Pertanyaan :

Mendatar

- 5. Unsur x yang nomer atomnya 10
- 6. Unsur klorin tidak dijumpai dalam bentuk
- 7. Ternyata Ar dan Xe dengan kondisi tertentu dapat direaksikan dengan unsur yang paling
- 11. Krypton digunakan dalam lampu kilat untuk

Menurun

- 1. Molekul hlogen (X₂) bersifat
- 2. Ahli kimia yang mengistilahkan hlogen dari bentuk dari bahasa yunani
- 3. Florin hanya dapat diperoleh dengan metode

14. Orang pertama yang berhasil mensintesis senyawa gas mulia
16. Garam yang beriodium bermanfaat mencegah penyakit
17. Hologen adalah kelompok unsur yang berada pada golongan
18. Senyawa yang mengandung unsur hologen
19. Senyawa gas mulia yang pertama kali sintesis
21. Gas mulia yang digunakan untuk menetapkan standar satuan panjang
22. Unsur gas mulia yang memiliki titik beku paling rendah
23. Unsur gas mulia yang radioaktif
24. Hologen yang bersifat radioaktif
26. Unsur hologen yang berwujud cair pada suhu kamar
27. Bahan baku pembuatan plastik pvc
28. Salah satu produk dari senyawa florin
4. Senyawa bromin dapat digunakan pada
8. Pasta gigi untuk mencegah kerusakan gigi harus mengandung
9. Sumber utama bromin
10. Unsur yang dikombinasikan dengan hologen agar menghasilkan halida senyawa asam yang sangat kuat
12. Gas mulia yang memiliki 8 elektron valensi
13. Unsur hologen yang memiliki bilangan oksidasi hanya negatif
15. Florin dapat digunakan sebagai
20. Gas mulia yang paling banyak terdapat diudara
24. Iodin dilarutkan kedalam apa untuk diusapkan pada luka
25. Senyawa untuk membuat filterpolarisasi pada kacamata hitam
27. Harga energi ionisasi hologen semakin kebawah semakin

e. Tes Formatif

Pilihlah jawaban yang benar!

1. Unsur halogen termasuk dalam blok... .
 - a. s
 - b. p
 - c. d
 - d. f
 - e. g
2. Unsur halogen yang berwujud cair pada suhu kamar adalah... .
 - a. Fluorin
 - b. Klorin
 - c. Bromin
 - d. Iodin
 - e. Astatin
3. Unsur halogen yang pada suhu kamar berwarna ungu adalah... .
 - a. F_2
 - b. Cl_2
 - c. Br_2
 - d. I_2
 - e. At_2

4. Unsur halogen tidak terdapat dalam keadaan bebas di alam, sebab... .
- Halogen sangat reaktif
 - Unsur halogen sukar bereaksi dengan unsur lain
 - Senyawanya sangat stabil
 - Halogen merupakan gas inert
 - Halogen tidak mungkin terdapat di alam

5. Berikut adalah data potensial reduksi standar unsur-unsur halogen:

Unsur Halogen	P	Q	R	S
Potensial reduksi standar $X_2 + 2e \rightarrow 2X$ (volt)	+2,87	+0,54	+1,06	+1,36

Urutan unsur halogen berdasarkan kekuatan oksidatornya adalah...

- P, Q, R, S
 - P, S, R, Q
 - P, S, Q, R
 - S, Q, P, R
 - R, S, P, Q
6. Perhatikan reaksi berikut!
- $Cl_2 + KBr$
 - $F_2 + KCl$
 - $Br_2 + KI$
 - $I_2 + KF$

Reaksi-reaksi yang dapat berlangsung adalah...

- 1, 2, 3
 - 1, 3
 - 2, 4
 - 4
 - 1, 2, 3, 4
7. Jari-jari atom halogen dari atas ke bawah makin besar, sebab
- Nomor atom bertambah
 - Jumlah proton bertambah
 - Muatan inti bertambah
 - Kulit elektron bertambah
 - Jumlah elektron bertambah
8. Unsur halogen mudah bersenyawa dengan logam membentuk senyawa ion. Contoh senyawa yang benar adalah
- $NaCl_2$
 - $MgBr$
 - AlF_3
 - $SiCl_4$
 - PCl_3

9. Perhatikan data berikut!
- 1) F_2 dan Cl_2 berfase gas
 - 2) Br_2 berfase cair
 - 3) I_2 berfase padat
 - 4) At (Astatin) bersifat radioaktif
- Pada suhu kamar karakteristik unsur-unsur halogen adalah...
- a. 1, 2, 3
 - b. 1, 3
 - c. 2, 4
 - d. 4
 - e. 1, 2, 3, 4
10. Astatin (At) adalah unsur yang terletak dalam golongan halogen.
- 1) Merupakan padatan pada suhu kamar
 - 2) Membentuk molekul beratom dua
 - 3) Bereaksi dengan natrium membentuk senyawa dengan rumus naat
 - 4) Mempunyai keelektronegatifan yang lebih besar daripada unsur-unsur halogen lainnya
- Berdasarkan pengetahuan tentang sifat-sifat unsur halogen lainnya, dapat diramalkan bahwa Astatin ...
- a. 1, 2, 3
 - b. 1, 3
 - c. 2, 4
 - d. 4
 - e. 1, 2, 3, 4
11. Pernyataan tentang unsur-unsur gas mulia berikut yang paling tepat adalah ...
- a. Harga energi ionisasinya tinggi menunjukkan kestabilan gas mulia
 - b. Semua atom unsur gas mulia mempunyai elektron valensi 8
 - c. Titik didih unsur-unsur sangat tinggi, di atas titik didih air
 - d. Tidak dikenal senyawa xenon dan kripton
 - e. Argon tidak terdapat di atmosfer
12. Unsur gas mulia yang memiliki empat kulit elektron dan berwarna putih kebiruan adalah ...
- | | |
|-------|-------|
| A. Xe | D. Kr |
| B. He | E. Ar |
| C. Ne | |
13. Kemampuan gas mulia untuk bereaksi sangat kurang. Hal ini disebabkan ...
- A. Jumlah elektron gas mulia selalu genap
 - B. Gas mulia terletak pada golongan VIIIA
 - C. Konfigurasi elektronnya merupakan konfigurasi elektron yang stabil
 - D. Jumlah elektron gas mulia yang terluar adalah 8 elektron
 - E. Mempunyai afinitas elektron yang sangat tinggi
14. Gas mulia yang paling banyak membentuk senyawa dengan unsur lain adalah ...
- | | |
|------------|----------|
| A. Helium | D. Argon |
| B. Xenon | E. Neon |
| C. Kripton | |
15. Gas mulia yang memiliki densitas terbesar adalah ...
- | | |
|-------|-------|
| A. Kr | D. Ar |
| B. Ne | E. Rn |
| C. Xe | |

16. Sifat-sifat gas mulia di antaranya seperti berikut, *kecuali* ...
- A. Unsur paling stabil
 - B. Titik beku mendekati suhu 0 K
 - C. Mudah bereaksi dengan unsur lain
 - D. Terdapat di atmosfer dalam keadaan bebas
 - E. Sukar melepaskan atau menangkap elektron
17. Gas mulia yang digunakan sebagai pengganti udara untuk pernapasan penyelam adalah ...
- A. Helium
 - B. Neon
 - C. Argon
 - D. Kripton
 - E. Radon
18. Pasangan unsur gas mulia berikut yang senyawanya telah dapat disintesis adalah ...
- A. Xenon dan argon
 - B. Xenon dan kripton
 - C. Helium dan kripton
 - D. Helium dan argon
 - E. Helium dan xenon
19. Gas mulia terbanyak yang ada di udara adalah ...
- A. Helium
 - B. Neon
 - C. Argon
 - D. Kripton
 - E. Radon
20. Unsur Xe merupakan golongan gas mulia yang sukar berikatan dengan unsur lain. Namun, seiring berkembangnya teknologi, ternyata dapat dibuat senyawa dari unsur Xe dengan unsur paling elektronegatif F yaitu XeF_4 . Geometri dan tipe hibridisasi pada molekul XeF_4 adalah (NA Xe:54, F:9)
- a. Segi empat planar, sp^3d^2
 - b. Tetrahedron, sp^3d
 - c. Segi empat planar, sp^2d
 - d. Tetrahedron, sp^3
 - e. Bipiramida trigonal, sp^3

g. Lembar Kerja Keterampilan

Buatlah leaflet/brosur tentang sumber dan kegunaan dari :

- a. Unsur halogen dalam kehidupan sehari-hari
- b. Gas mulia dalam berbagai bidang dan beberapa senyawa yang berhasil disintesis

1. Kegiatan Belajar II

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Melalui pembelajaran ini, diharapkan peserta didik dapat memahami dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (alkali dan alkali tanah) dengan **sikap penuh religius, ketelitian, tanggung jawab, rasa ingin tahu dan menerima pendapat orang lain**

b. Uraian materi

GOLONGAN ALKALI DAN ALKALI TANAH

1) GOLONGAN ALKALI

a). Kelimpahan unsur golongan Alkali

Unsur logam alkali (IA) terdiri dari litium, natrium, kalium, rubidium, sesium, dan francium. Unsur ini mempunyai energi ionisasi paling kecil karena mempunyai konfigurasi elektron ns^1 . Oleh karena itu, unsur logam alkali mudah melepaskan elektron dan merupakan reduktor yang paling kuat.

Natrium

- Natrium klorida (NaCl) yang terlarut dalam air laut (hampir 3%) dan sebagai garam batu dalam tanah (garam darat) yang kadang-kadang sampai ratusan meter tebalnya;
- Natrium nitrat (NaNO_3); dan natrium karbonat (Na_2CO_3) sebagai soda alam.

Kalium

- Kalium dalam alam hanya terdapat dalam senyawaan, seperti silvinit (KCl), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$), dan kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Adapun potas atau garam abu (K_2CO_3) dihasilkan dari pembakaran tumbuh-tumbuhan darat.

Litium

- Banyak terdistribusi di bumi akan tetapi disebabkan karena kereaktifannya maka kita akan sulit menemukan litium dalam keadaan unsurnya. Total litium yang ada di air laut diperkirakan 230 billion ton dan unsur ini terdapat dalam konsentrasi yang relatif konstan yaitu 0.1-0,2 ppm. Sumber litium adalah batuan crustal, batuan igneous, pegmatite, spodumene dan petalite. Sumber yang lain adalah hectorite.

Rubidium

- Rubidium dianggap sebagai elemen ke-16 yang paling banyak ditemukan di kerak bumi. Rubidium ada di pollucite, leucite dan zinnwaldite, yang terkandung sekitar 1% dan dalam bentuk oksida. Ia ditemukan di lepidolite sebanyak 1.5% dan diproduksi secara komersial dari bahan ini.

Cesium

- Cesium diperoleh dari pollucite yang sangat jarang, $\text{CsAl}(\text{SiO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Cesium murni yang bebas gas dapat dipersiapkan dengan cara dekomposisi panas Cesium azida.

Francium

- Francium dapat diperoleh dalam mineral-mineral uranium. Francium juga dapat diperoleh dalam kerak bumi, namun kandungannya mungkin tidak lebih dari 1 ons.

Unsur alkali merupakan logam lunak, berwarna putih mengkilap, konduktor yang baik, dan mempunyai titik leleh yang rendah, serta ditemukan dalam bentuk garamnya.

Tabel 2.1. Kelimpahan Golongan Alkali di Alam

Unsur	% di kerak bumi	Keberadaan di alam
Litium	0,0007%	Dalam spodune $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$. di bebatuan beku
Natrium	2,8%	Dalam garam batu NaCl , senyawa Chili NaNO_3 , Karnalit $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, trona $\text{Na}_5(\text{CO}_3)_2 \cdot (\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan air laut
Kalium	2,6%	Dalam silvit (KCl), garam petre KNO_3 , dan karnalit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Rubidium	0,0078%	Dalam lepidolit
Cesium	0,0003%	Dalam polusit ($\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{26}$)
Fransium	Sangat sedikit	Berasal dari peluruhan aktinium (Ac). Bersifat radioaktif dengan waktu paro 21.8 menit

b). Sifat Fisik dan Kimia Golongan Alkali

(1). Sifat Fisik Golongan Alkali

Golongan alkali tanah mempunyai sifat yang tidak biasa, yaitu titik lelehnya yang relatif rendah, rapatannya yang relatif rendah, dan kelunakannya. Semua unsur logam alkali ini dapat dengan mudah diubah bentuknya dengan memencetnya di antara jempol dan jari telunjuk (dengan melindungi kulit baik-baik). Unsur-unsur pada golongan ini mempunyai energi ionisasi dan keelektronegatifan rata-rata yang paling rendah. Hal ini dikarenakan ukuran atom dan jarak yang relatif besar antara elektron terluar dengan inti

Tabel 2.2 . Sifat Fisik Golongan

unsur	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Konfigurasi elektron	$1s^2, 2s^1$	$(\text{Ne}) 3s^1$	$(\text{Ar}) 4s^1$	$(\text{Kr}) 5s^1$	$(\text{Xe}) 6s^1$	$(\text{Rn}) 7s^1$
Massa atom	6,939	22,989	39,102	85,47	132,91	223
Jari-jari atom (nm)	0,155	0,190	0,235	0,248	0,267	-
Potensial ionisasi(KJ/mol)	519	494	418	402	376	381
Potensial reduksi (V)	-3,05	-2,71	-2,93	-2,99	-3,02	-
Titik leleh (°C)	181	97,8	63,6	38,9	28,4	-
Titik didih (°C)	1347	883	774	688	678	-

(a). Wujud Alkali

Alkali merupakan unsur logam yang lunak dan dapat diiris, semakin ke bawah semakin lunak.

(b). Titik didih dan Titik Cair

Logam-logam alkali memiliki titik didih dan titik cair yang rendah dan cukup lunak. Hal ini disebabkan karena atom-atom logam alkali mempunyai satu elektron valensi sehingga gaya yang mengikat partikel-partikel tersebut relatif lemah.


(c). Energi Ionisasi (Energi Pengion)

Energi ionisasi logam-logam alkali relatif rendah dibanding energi ionisasi logam-logam lain. Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali lebih mudah melepaskan elektron daripada logam lainnya. Energi ionisasi logam alkali dari atas ke bawah makin rendah, sehingga dari litium sampai sesium semakin reaktif.

(d). Potensial Reduksi Standar

Harga potensial reduksi standar kecuali litium dari atas ke bawah semakin negatif. Hal ini menunjukkan semakin mudahnya melepas elektron (sifat reduktor semakin kuat dari Na sampai Cs). Penyimpangan harga potensial reduksi (E°) pada litium disebabkan karena energi hidrasi Li jauh lebih besar daripada alkali yang lain sehingga potensial reduksi Li paling negatif.

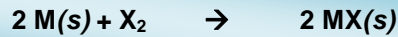
(2). Sifat Kimia Golongan Alkali

Unsur	Tabel 2.3 Sifat Kimia Golongan Alkali			Rb dan Cs
	Li	Na	K	
a. Dengan udara	Perlahan-lahan terjadi Li_2O	Cepat terjadi Na_2O dan Na_2O_2	Cepat terjadi K_2O	Terbakar, terjadi Rb_2O dan Cs_2O
b. Dengan air $2\text{L} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LOH} + \text{H}_2(\text{g})$	 (makin hebat reaksinya sesuai arah panah)			
c. Dengan asam kuat $2\text{L} + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{L}^+ + \text{H}_2(\text{g})$				
d. Dengan halogen $2\text{L} + \text{X}_2 \rightarrow 2\text{LH}$				
Warna nyala api	Merah	Kuning	Ungu	-
Garam atau basa yang sukar larut dalam air	CO_3^{2-} OH^- , PO_4^{3-}	-	ClO_4^- dan $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$	

c). Reaksi-reaksi logam alkali

(a). Reaksi Logam Alkali dengan Halogen

Reaksi antara logam alkali dengan halogen berlangsung sangat cepat, membentuk halida logam.



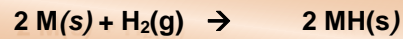
M = logam alkali (Li, Na, K, Rb, Cs)

X = halogen (F, Cl, Br, I)

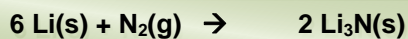
Reaktivitas logam alkali semakin meningkat jika energi ionisasinya semakin berkurang, sehingga $Cs > Rb > K > Na > Li$

(b). Reaksi Logam Alkali dengan Hidrogen dan Nitrogen

Logam alkali bereaksi dengan gas hidrogen membentuk senyawa putih berbentuk kristal yang disebut hidrida (MH). Reaksi terjadi dengan lambat pada suhu kamar dan membutuhkan pemanasan untuk melelehkan logam alkali.

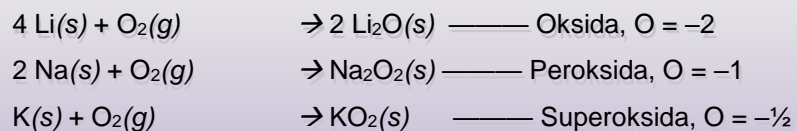


Tidak semua logam alkali bereaksi dengan nitrogen, hanya litium yang membentuk litium nitrida (Li_3N)



(c). Reaksi Logam Alkali dengan Oksigen

Reaksi antara logam alkali dengan oksigen berlangsung sangat cepat. Produk yang dihasilkan berbeda, tergantung pada kondisi reaksi dan berapa banyak oksigen yang ada, seperti oksida (bilangan oksidasi O = -2), peroksida (bilangan oksidasi O = -1), dan superoksida (bilangan oksidasi O = $-\frac{1}{2}$).

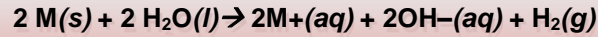




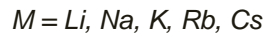
Untuk menambah pengetahuan tentang uji nyala unsur golongan alkali dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut :
<https://youtu.be/hRJdT8WWAZ0>

(d). Reaksi Logam Alkali dengan Air

Logam alkali bereaksi dengan air membentuk gas hidrogen dan



hidroksida logam alkali (MOH).



Reaksi logam alkali dengan oksigen merupakan reaksi redoks, di mana logam (M) kehilangan elektron dan hidrogen dari air memperoleh electron

(e). Reaksi Logam Alkali dengan Amonia

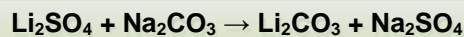
Logam alkali bereaksi dengan amonia membentuk gas H₂ dan logam amida (MNH₂). Reaksi ini sama dengan reaksi logam alkali dengan air.



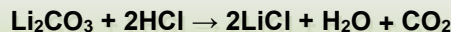
d). Pembuatan Unsur dan Senyawa Golongan Akali

(1). Unsur Litium

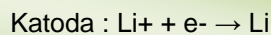
Sumber logam Li adalah spodumene [LiAl(SO₃)₃]. Spodumene dipanaskan pada suhu 100°C, lalu dicampur dengan H₂SO₄ panas, dan dilarutkan ke air untuk memperoleh larutan Li₂SO₄. kemudian, Li₂SO₄ direaksikan dengan Na₂CO₃ membentuk Li₂CO₃ yang sukar larut.



Setelah itu, Li₂CO₃ direaksikan dengan HCl untuk membentuk LiCl.



Li dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan LiCl.



Karena titik leleh LiCl tinggi (>600°C), biaya elektrolisis menjadi mahal. Namun, biaya dapat ditekan dengan cara menambahkan KCl (55% LiCl dan 45% KCl) yang dapat menurunkan titik leleh menjadi 430°C.

(2). Unsur Natrium

Natrium dapat diperoleh dengan cara elektrolisis NaCl yang dicairkan dengan katode besi dan anode karbon. Sel yang digunakan adalah sel Downs. Natrium cair terbentuk pada katode, selanjutnya dialirkan dan ditampung dalam wadah

berisi minyak tanah. Dalam proses ini bejana elektrolisis dipanaskan dari luar dan dijaga agar natrium yang terbentuk tidak bersinggungan dengan udara, karena akan terbakar. Hasil samping elektrolisis ini adalah klorin.

(3). Senyawa Natrium klorida



Untuk menambah pengetahuan tentang proses pembuatan garam dari air laut dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut :
<https://youtu.be/CO7PT02ZtHs>

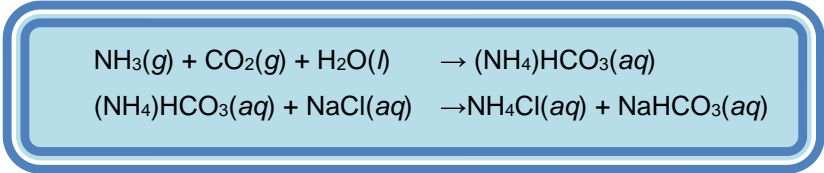
Natrium klorida (NaCl) atau garam dapur diambil dari air laut dengan menguapkan air laut dalam kolam atau tambak yang luas di tepi laut. Metode ini dapat diterapkan di daerah panas. Adapun di daerah dingin, garam dapur didapat dengan membekukan air. Air beku yang terbentuk tidak mengandung NaCl, sehingga larutan yang disisakan merupakan larutan pekat dengan kadar NaCl yang tinggi. Garamnya dapat dipisahkan dengan penguapan. Garam darat diperoleh dengan menggalnya. Hasil penggalian yang sudah putih bersih dapat langsung diperdagangkan. Adapun hasil penggalian yang masih kotor, lebih dahulu dilarutkan dalam air agar kotorannya mengendap dan dipisahkan dengan penyaringan. Selanjutnya garam dapat diperoleh kembali dengan penguapan. dalam letaknya di dalam tanah maka untuk mendapatkan garam darat tersebut terlebih dulu perlu dipompakan air ke dalam tanah untuk melarutkan garamnya, kemudian larutan itu dipompa kembali ke atas (*cara Frasch*).

(4). Senyawa Natrium karbonat

Natrium karbonat (Na₂CO₃) dapat diperoleh dengan cara:

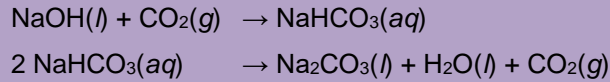
(a). Elektrolisis larutan NaCl dengan diafragma

Ke dalam ruangan katode, di mana terbentuk NaOH dipompakan (dialirkan dengan tekanan) gas CO₂, sehingga terbentuk NaHCO₃, kemudian NaHCO₃ yang terbentuk dipanaskan. Reaksi yang terjadi seperti berikut.

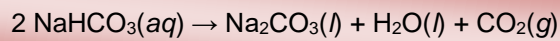


(b). Proses Solvay

Kedalam larutan garam dapur yang jenuh dan panas, dipompakan gas-gas amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). Maka terjadilah reaksi-reaksi seperti berikut:

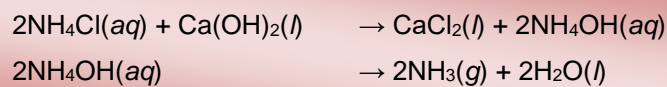


Natrium hidrogen karbonat (NaHCO_3) yang terbentuk, dipanaskan hingga berubah menjadi soda (natrium karbonat), dengan reaksi seperti berikut.



CO_2 yang dibebaskan, dapat dipakai kembali dalam proses tersebut. NH_3 yang mahal harganya, dapat diperoleh kembali dengan mereaksikan NH_4Cl dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Perhatikan reaksi berikut.



(5). Senyawa Natrium Hidrogen Karbonat

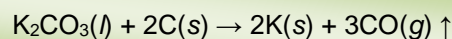
Pada pembuatan soda dengan proses solvay sebagai hasil pertama terbentuk senyawa natrium hidrogen karbonat (NaHCO_3) yang akan terurai pada suhu 650°C . Oleh karena itu garam yang terbentuk harus dihablurkan di bawah suhu tersebut. Natrium hidrogen karbonat dapat juga terbentuk jika dalam larutan soda yang jenuh dialirkan karbon dioksida di bawah suhu 310°C .



(6). Unsur

Kalium

Kalium dibuat dari elektrolisis KOH cair seperti pada natrium serta pemijaran potas (K_2CO_3) dalam karbon.



(7). Senyawa Kalium hidroksida

Kalium hidroksida (KOH) diperoleh dari elektrolisis larutan KCl dengan diafragma (sama dengan cara pembuatan NaOH dari elektrolisis larutan NaCl).

(8). Rubidium dan Cesium

Untuk mendapatkan logam Rb dan Cs dilakukan metode reduksi sebab jika dengan metode elektrolisis logam ini cenderung larut dalam larutan garamnya.

Reaksi ini berada dalam kesetimbangan karena Rb dan Cs mudah menguap maka Rb dan Cs dapat dikeluarkan dari sistem. Dan kesetimbangan akan tergeser ke kanan untuk memproduksi K. Untuk reduksi Rb dan Cs prosesnya sama dengan proses reduksi K.

e). Kegunaan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali

Unsur-unsur utama dalam bentuk unsur atau senyawa memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan kita sehari-hari. Mari kita pelajari kegunaan beberapa unsur dan senyawa dari unsur golongan utama.



Unsur Natrium	Senyawa Natrium Hidroksida	Senyawa Natrium Klorida
<ul style="list-style-type: none">Natrium memiliki kemampuan daya gabung terhadap oksigen besar, sehingga sangat mudah terbakar di udara. Oleh karena itu, Na disimpan dalam minyak tanah atau dalam parafin cair. Natrium terbakar dengan nyala kuning. Natrium banyak digunakan untuk pembuatan lampu-lampu natrium dan pembuatan senyawa-senyawa organik.	<ul style="list-style-type: none">Natrium hidroksida (NaOH), disebut juga soda api atau soda kaustik. NaOH adalah suatu basa yang sangat kuat; larut dengan baik dalam air dengan menimbulkan kalor (larutannya inamakan <i>lindi natron</i>); mengikat CO₂ dari udara dan berubah menjadi Na₂CO₃. Soda api digunakan dalam membuat "sabun keras", membersihkan minyak tanah, dan dalam industri.	<ul style="list-style-type: none">Natrium klorida (NaCl) penting sebagai bahan makanan, dan pengawet sayur, daging, telur, dan ikan. Penambahan NaCl dalam air es digunakan sebagai pendingin dalam pembuatan bermacam-macam es, misal es puter, es lilin, dan es krim. Dalam industri, NaCl digunakan sebagai sumber unsur Na dan Cl, dan sebagai bahan pembuatan senyawa-senyawa lain yang mengandung Na atau Cl, seperti asam klorida, dan soda. NaCl dalam industri keramik dipakai sebagai campuran bahan glasir.

✓ **Senyawa Kalium Iodida dan Kalium Bromida**

Kedua garam tersebut terdapat dalam jumlah sedikit di alam (dalam air laut). Keduanya dipakai dalam obat-obatan. KI mempunyai sifat membersihkan darah, sedangkan KBr dapat menenangkan saraf (obat tidur). KBr juga dipakai dalam pemotretan.

✓ **Senyawa Kalium Klorat dan Kalium Hidroksida**

Senyawa kalium klorat tidak begitu mudah larut dalam air, merupakan oksidator kuat, lebih-lebih dengan katalis MnO_2 . Kalium klorat dipakai dalam pembuatan korek api, pembuatan petasan, dan sebagai obat kumur. Adapun kalium hidroksida (KOH) dipakai dalam pembuatan sabun mandi.

✓ **Unsur Litium**

Senyawa yang paling penting dari unsur litium adalah senyawa klorida, sulfat, dan karbonat. Litium karbonat digunakan dalam pembuatan peralatan gelas dan keramik. Pada kemurnian yang tinggi senyawa ini digunakan dalam pengobatan pada kerusakan mental tertentu. Senyawa ini juga berfungsi sebagai bahan dalam pembuatan senyawa litium lainnya, misal pada pembuatan litium hidroksida.

Senyawa Natrium Karbonat

- Natrium karbonat (soda) mudah larut dalam air, dan larutannya bersifat basa. Berdasarkan sifat inilah maka soda digunakan sebagai zat pencuci. Soda digunakan dalam perusahaan pencucian untuk menghilangkan noda minyak. Soda juga dipakai dalam industri kaca, dan untuk melunakkan air sadah.

Senyawa Natrium Hidrogen Karbonat

- Natrium hidrogen karbonat dipakai dalam alat pemadam api. Alat ini diisi dengan larutan $NaHCO_3$ dicampur dengan saponin, suatu zat dapat berbuih. Fungsi lain $NaHCO_3$ adalah untuk menghilangkan bau tengik dari mentega; mengembungkan kue; menghilangkan lemak dan lilin dalam pencucian bulu domba; serta menghilangkan gom dari sutra.

Senyawa Natrium Nitrat atau Sendawa Chili

- Natrium nitrat dipakai sebagai pupuk buatan dan pembuatan asam sendawa.
- Senyawa Kalium Nitrat
- Kalium nitrat berupa hablur-hablur putih, tidak higroskopik. Senyawa ini digunakan sebagai pengawet daging dan dalam pembuatan mesiu.

5) GOLONGAN ALKALI

a). **Kelimpahan Unsur Golongan Alkali Tanah**

Anggota unsur alkali tanah adalah berelium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), dan unsure radioaktif radium (Ra). Di antara unsur-unsur ini Mg dan Ca yang terbanyak terdapat di kerak bumi.

Tabel 2.4 Kelimpahan Golongan Alkali Tanah di Alam

Unsur	Persen di kerak bumi	Keberadaan di alam
Berilium (Be)	-	Dalam mineral beril $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_6)_3]$ dan krisoberil Al_2BeO_4
Magnesium (Mg)	Unsur nomor 7 terbanyak : 1,9%	Sebagai senyawa MgCl_2 di air laut dan deposit garam. Ada juga dalam senyawa karbonat dalam mineral magnesit (MgCO_3) dan dolomit ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$), serta dalam senyawa epsomit sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
Kalsium (Ca)	Unsur nomor 5 terbanyak: 3,4%	Dalam senyawa karbonat, fosfat, sulfat, dan fluorida. Senyawa karbonat CaCO_3 terdapat dalam kapur, batu kapur, dan marmer
Stronsium (Sr)	0,03%	Dalam mineral selestit (SrSO_4) dan stronsianit
Barium (Ba)	0,04%	Dalam mineral baritin (BaSO_4) dan witerit (BaCO_3)
Radium (Ra)	0,33 ppm	Dalam <i>pitchblende</i> (bijih uranium)

a. Kalsium

Kalsium di alam terdapat dalam senyawaan seperti CaCO_3 dalam kalsit, batu kapur (gamping), pualam, batu karang, dan kulit kerang; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam gips atau albar atau batu tahu; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam tulang; dan CaF_2 . Sebagian besar cadangan batu kapur Indonesia terdapat di Sumatra Barat.

b. Magnesium

Magnesium di alam terdapat sebagai garam-garam karbonat, klorida, silikat, dan sulfat. Misal magnesit (MgCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), kiserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), asbes ($\text{CaSiO}_3 \cdot 3\text{MgSiO}_3$), talek ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dan mika yaitu berbagai jenis Al- Mg-K-Silikat. Dolomit banyak ditemukan di Sumatra Utara, Sumatra Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura dan Papua.

b). Sifat Fisik dan Kimia Unsur Logam Alkali Tanah

(1). Sifat Fisik Unsur Logam Alkali Tanah

Pada materi ini akan dijelaskan beberapa kecenderungan pada sifat fisik dan sifat atom dari unsur-unsur logam alkali tanah (golongan IIA) berilium, magnesium, kalsium, strontium, dan barium.

Tabel 2.5 Sifat Fisik Golongan Alkali Tanah

Sifat Fisis	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Titik didih (°C)	2.471	1.090	1.484	1.382	1.897
Titik leleh (°C)	1.287	650	842	777	727
Energi ionisasi (kJ/mol)	899,4	737,7	589,8	549,5	502,9
Jari-jari ion (Å)	1,25	1,45	1,74	1,92	1,98
Konfigurasi elektron	2.2	2.8.2	2.8.8.2	2.8.18.8.2	2.8.18.18.8.2
Keelektronegatifan	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
Kerapatan (g/cm ³)	1,848	1,738	1,55	2,54	3,51

(a). **Kecenderungan dalam jari-jari atom**

Semakin ke bawah jari-jari atom meningkat. Berilium memiliki bentuk atom terkecil dibanding atom lain di golongan ini. Kecenderungan dalam jari-jari atom dipengaruhi oleh jumlah lapisan elektron di luar nukleus (inti atom) dan gaya tarik dari inti terhadap elektron luar.

Untuk atom golongan II, dua elektron di kulit terluar mendapat gaya tarik total 2⁺ dari inti atom. Muatan positif dari nukleus dihilangkan atau dikurangi oleh muatan negatif dari elektron yang terletak dikulit dalam. Satu-satunya faktor yang mempengaruhi ukuran atom adalah jumlah kulit atom yang terisi elektron. Jelas sekali, semakin banyak kulit atom semakin banyak ruang yang dibutuhkan atom, mengingat elektron saling tolak-menolak. Ini berarti semakin ke bawah (nomor atom makin besar) ukuran atom harus semakin besar.

(b). **Kecenderungan Dalam Energi Ionisasi Pertama**

Energi ionisasi pertama adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan elektron yang paling lemah ikatannya, dari 1 mol atom menjadi ion bermuatan.

Semakin ke bawah energi ionisasi pertama semakin menurun. Kecenderungan dalam energi ionisasi pertama dipengaruhi oleh muatan dalam inti atom, jumlah elektron dalam kulit atom dalam, dan jarak antara elektron terluar dengan inti atom. Semakin ke bawah dalam golongan, peningkatan muatan inti atom diimbangi oleh peningkatan jumlah elektron dalam. Jadi, seperti telah dijelaskan sebelumnya, atom terluar tetap mendapat gaya tarik total 2⁺ dari inti atom. Tetapi, semakin ke bawah jarak antara inti atom dengan elektron terluar meningkat, sehingga elektron semakin mudah dipindahkan, energi ionisasi yang diperlukan menurun.

(c). **Kecenderungan dalam keelektronegatifan**

Semakin ke bawah keelektronegatifan semakin menurun. Atom-atom menjadi kurang mampu menarik pasangan elektron. Anda mungkin tidak

setuju dengan tren penurunan keelektronegatifan ini, karena pada tabel diatas terlihat kalsium dan strontium sama-sama memiliki keelektronegatifan 1,0. Ini dapat dijelaskan bahwa keelektronegatifan dicatat sampai 1 desimal saja. Misal kalsium memiliki keelektronegatifan 1,04 dan strontium 0,95 (angka permisalan), kedua atom itu akan tercatat mempunyai keelektronegatifan 1,0.

(d). **Kecenderungan Dalam Titik Leleh dan Titik Didih**

Untuk menambah pengetahuan tentang praktikum uji nyala pada golongan alkali tanah dapat dipelajari juga melalui vidio pada link berikut : <https://youtu.be/Vuk6ZbpOhf0>

Penjelasan tentang kecenderungan tren pada titik leleh ini sangat sulit. Mungkin anda berpikir bahwa (kecuali magnesium) semakin rendah titik leleh semakin lemah ikatan logamnya, tetapi tidak, dan akan berbahaya untuk berpikir seperti itu. Ikatan logam tidak dirusak oleh pelelehan. Tetapi dengan titik didih biasanya tolak ukur yang lebih baik dalam hal kekuatan ikatan yang terlibat.

Titik leleh magnesium rendah, karena atom magnesium tersusun berbentuk kristal. Tetapi pemikiran tentang susunan

ini akan tidak relevan untuk unsur bentuk cairan. Untuk magnesium, pasti ada hal lain yang mempengaruhi lemahnya ikatan logam magnesium. Untuk titik didih, tidak ada pola yang jelas dalam golongan II ini. Jadi, tidak ada pola yang jelas pula untuk kekuatan ikatan logam.

(e). **Uji Nyala Unsur Logam Alkali Tanah**

Sifat khas unsur-unsur golongan alkali tanah adalah dapat menghasilkan warna nyala api yang khas. Hal ini dikarenakan sifat atomnya yang jika dikenai energi akan menyebabkan elektron dalam atom tereksitasi (berpindah ke kulit atom yang lebih tinggi). Elektron yang tereksitasi akan kembali ke keadaan semula dengan memancarkan radiasi elektromagnetik berupa cahaya dengan panjang gelombang tertentu untuk masing-masing atom.

(2). **Sifat Kimia Unsur Logam Alkali Tanah**

Secara umum, sifat kimia unsur-unsur logam alkali tanah adalah sangat reaktif. Artinya mudah mengalami reaksi dengan zat lainnya membentuk senyawa. Kereaktifan logam alkali tanah tersebut dipengaruhi oleh jari-jari atom dan energi ionisasinya.

“Semakin besar jari-jari atom, kekuatan ikatan akan semakin lemah sehingga energi ionisasinya semakin kecil. Semakin kecil energi ionisasi, akan semakin mudah melepaskan elektron sehingga semakin mudah mengalami reaksi.” Dengan demikian, semakin ke bawah (nomor atom semakin besar), logam alkali tanah semakin reaktif.

Kereaktifan logam alkali tanah: $Be < Mg < Ca < Sr < Ba < Ra$

Tabel 2.6 Reaksi Alkali tanah dengan senyawa lain

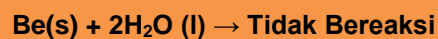
Sifat	Indikator		
1. Reaksi dengan:			
a. Udara	Menghasilkan MO dan M_3N_2 bila dipanaskan	Dalam keadaan dingin dapat menghasilkan MO dan M_3N_2 di permukaan	
b. Air	Tidak bereaksi	Bereaksi dengan uap air membentuk MO dan H_2	Bereaksi dalam keadaan dingin membentuk $M(OH)_2$ dan H_2 . Makin ke kanan makin reaktif
c. Hidrogen	Tidak bereaksi	$M + H_2 \rightarrow MH_2$ (Hidrida)	
d. Klor	$M + X_2 \rightarrow MX_2$ (garam)		
e. Asam	$M + 2 H^+ \rightarrow M_2^+ + H_2(g)$		
2. Sifat oksida	Amfoter	Basa	
3. Kestabilan peroksida	Peroksidanya tidak dikenal	Makin stabil sesuai dengan arah panah	
4. Kestabilan karbonat	Mengurai pada pemanasan agak tinggi	(Suhu pemanasan antara $550\text{ }^\circ\text{C} - 1.400\text{ }^\circ\text{C}$)	
Catatan: M = unsur-unsur alkali tanah Ra bersifat radioaktif, Be bersifat amfoter			

Tabel 5. Sifat Kimia Golongan Alkali Tanah

C. Reaksi-Reaksi Logam Alkalitanah

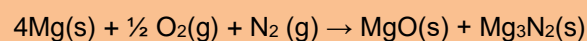
(a). Reaksi Logam Alkali Tanah dengan Air

Berilium tidak bereaksi dengan air, sedangkan logam Magnesium bereaksi sangat lambat dan hanya dapat bereaksi dengan air panas. Logam Kalsium, Stronsium, Barium, dan Radium bereaksi sangat cepat dan dapat bereaksi dengan air dingin. Contoh reaksi logam alkali tanah dan air berlangsung sebagai berikut.



(b). Reaksi Logam Alkali Tanah dengan Oksigen

Dengan pemanasan, Berilium dan Magnesium dapat bereaksi dengan oksigen. Oksida Berilium dan Magnesium yang terbentuk akan menjadi lapisan pelindung pada permukaan logam. Barium dapat membentuk senyawa peroksida (BaO_2). Pembakaran Magnesium di udara dengan Oksigen terbatas pada suhu tinggi akandapat menghasilkan Magnesium Nitrida (Mg_3N_2)

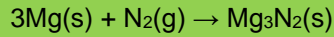


Bila Mg_3N_2 direaksikan dengan air maka akan didapatkan gas NH_3



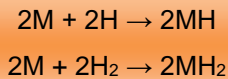
(c). **Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Nitrogen**

Logam alkali tanah yang terbakar di udara akan membentuk senyawa oksida dan senyawa Nitrida dengan demikian Nitrogen yang ada di udara bereaksi juga dengan Alkali Tanah. Contoh,



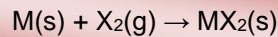
(d). **Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Hidrogen**

Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan gas hidrogen (H_2) membentuk senyawa hidrida. Contoh,



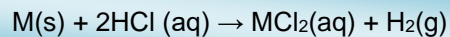
(e). **Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Halogen**

Semua logam Alkali Tanah bereaksi dengan halogen dengan cepat membentuk garam Halida, kecuali Berilium. Oleh karena daya polarisasi ion Be^{2+} terhadap pasangan elektron Halogen kecuali F^- , maka $BeCl_2$ berikatan kovalen. Sedangkan alkali tanah yang lain berikatan ion.



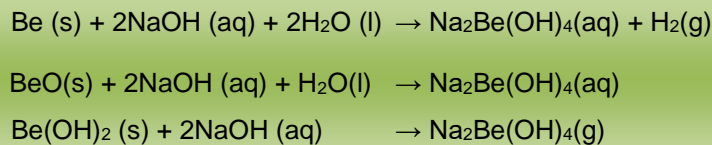
(f). **Reaksi dengan asam basa**

Semua antara logam alkali tanah dapat bereaksi dengan asam kuat menghasilkan garam dan gas hydrogen. Reaksinya sebagai



berikut:

Salah satu unsur logam alkali tanah yaitu Be, memiliki sifat amfoter. Selain bereaksi dengan asam kuat, Be juga bereaksi dengan basa kuat. Reaksi sebagai berikut



(g). **Air Sadah**

Di dalam air seringkali terkandung mineral yang terlarut, misalnya $CaCl_2$, $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$ dan lain-lain tergantung dari sumber airnya. Air yang mengandung ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} dalam jumlah yang cukup banyak disebut *air sadah*. Air yang hanya sedikit atau tidak mengandung ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} disebut air lunak. Air sadah terutama disebabkan adanya $Ca(HCO_3)_2$ yang terlarut dalam air.

Ion kalsium dan bikarbonat, antara lain berasal dari proses pelarutan batu kapur CaCO_3 dalam lapisan tanah oleh air hujan yang mengandung sedikit asam.



Suatu air sadah disebut memiliki kesadahan sementara bila kesadahan dapat hilang dengan dididihkan. Kesadahan sementara disebabkan garam-garam bikarbonat yaitu kalsium bikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan magnesium ikarbonat $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dari senyawa tersebut akan mengendap sebagai CaCO_3 bila air sadah dididihkan.



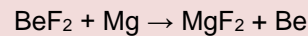
Air yang memiliki kesadahan tetap, kesadahannya tidak hilang meskipun dididihkan. Kesadahan tetap disebabkan garam-garam kalsium dan magnesium selain bikarbonat.

d). Pembuatan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali

(1). Pembuatan Unsur Berilium (Be)

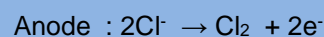
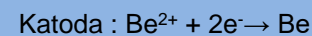
(a). Metode reduksi

Untuk mendapatkan Berilium, bisa didapatkan dengan mereduksi BeF_2 . Sebelum mendapatkan BeF_2 , kita harus memanaskan *beril* [$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_6)_3$] dengan Na_2SiF_6 hingga 700°C . Karena beril adalah sumber utama berilium.



(b). Metode Elektrolisis

Untuk mendapatkan berilium juga kita dapat mengekstraksi dari lelehan BeCl_2 yang telah ditambah NaCl . Karena BeCl_2 tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik, sehingga ditambahkan NaCl . Reaksi yang terjadi adalah:



(2). Pembuatan Magnesium (Mg)

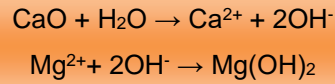
(a). Metode Reduksi

Untuk mendapatkan magnesium kita dapat mengekstraksinya dari *dolomit* [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$] karena dolomite merupakan salah satu sumber yang dapat menghasilkan magnesium. Dolomite dipanaskan sehingga terbentuk $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$. lalu $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$. dipanaskan dengan FeSi sehingga menghasilkan Mg .

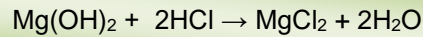


(b). Metode Elektrolisis

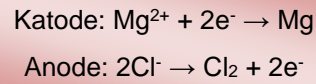
Selain dengan ekstraksi dolomite magnesium juga bisa didapatkan dengan mereaksikan air laut dengan CaO. Reaksi yang terjadi:



Selanjutnya $\text{Mg}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan HCl. Untuk membentuk MgCl_2



Setelah mendapatkan lelehan MgCl_2 kita dapat mengelektrolisisnya untuk mendapatkan magnesium



(3). Pembuatan Kalsium

(Ca)

(a). Metode Elektrolisis

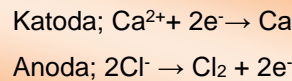


Untuk menambah pengetahuan tentang pembuatan kalsium dari kulit telur dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut :
<https://youtu.be/ElfAB93pb88>

Batu kapur (CaCO_3) adalah sumber utama untuk mendapatkan kalsium (Ca). Untuk mendapatkan kalsium, kita dapat mereaksikan CaCO_3 dengan HCl agar terbentuk senyawa CaCl_2 . Reaksi yang terjadi:

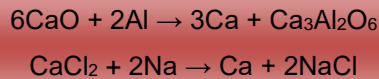


Setelah mendapatkan CaCl_2 , kita dapat mengelektrolisisnya agar mendapatkan kalsium (Ca). Reaksi yang terjadi:



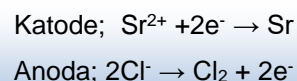
(b). Metode Reduksi

Logam kalsium (Ca) juga dapat dihasilkan dengan mereduksi CaO oleh Al atau dengan mereduksi CaCl_2 oleh Na.



(4). Pembuatan Strontium (Sr)

Untuk mendapatkan Strontium (Sr) dengan elektrolisis lelehan SrCl_2 . Lelehan SrCl_2 bisa didapatkan dari senyawa *selesit* [SrSO_4]. Karena Senyawa selesit merupakan sumber utama Strontium (Sr). Reaksi yang terjadi;

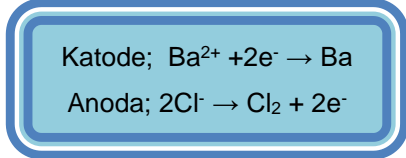


(5). Pembuatan Barium (Ba)

(a). Metode Elektrolisis

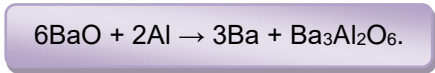
Barit (BaSO_4) adalah sumber utama untuk memperoleh Barium (Ba). Setelah diproses menjadi BaCl_2 , barium bisa diperoleh dari elektrolisis lelehan BaCl_2 .

Reaksi yang terjadi:



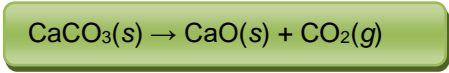
(b). Metode Reduksi

Selain dengan elektrolisis, barium bisa kita peroleh dengan mereduksi BaO oleh Al. Reaksi yang terjadi:



f. Pembuatan senyawa Kalsium Oksida

Senyawa kalsium oksida (CaO) dibuat secara besar-besaran dengan memanaskan (pembakaran) *batu kapur* atau kulit kerang dalam tanur pembakar. Reaksi yang terjadi seperti berikut.



CaO juga disebut kapur tohor dan dalam perdagangan disebut gamping. Gas CO_2 yang terbentuk harus segera dialirkan keluar, karena reaksinya dapat balik kembali. Kapur tohor sangat higroskopis

e). Kegunaan Unsur dan Senyawa Golongan Alkali Tanah

No	Nama Unsur/ Senyawa	Kegunaan
1.	Kalsium	<ul style="list-style-type: none"> Kalsium adalah logam lunak, berwarna putih; mudah bereaksi dengan oksigen, tetapi kalsium oksida yang terbentuk merupakan lapisan yang melindungi logamnya terhadap oksigen lebih lanjut. Kalsium dicampur dengan litium sebagai penguat dalam logam yang mengandung timbal; untuk industri baja Cr-Ni, kalsium dipakai sebagai campuran logam campuran.
	Kalsium sulfat	<ul style="list-style-type: none"> Senyawa kalsium sulfat (CaSO_4) di alam sebagai $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang disebut dengan gips atau albas. Senyawa ini baik digunakan untuk membuat bermacam-macam barang tuang, sebagai pembalut gips, dalam industri cat digunakan sebagai cat "putih", untuk pembuatan kapur tulis (campuran dari gips, kaolin, asam oleat, dan NaOH). Jika dipanaskan sampai di atas 200°C, maka air hablurnya lenyap semua ($\text{CaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Jika dicampur dengan air kembali maka senyawa tersebut tidak dapat mengikat air lagi. Keadaan demikian dinamakan gips mati.

No	Nama Unsur/ Senyawa	Kegunaan
		<ul style="list-style-type: none"> Semen gips dibuat dari gips yang dicampur dengan asam fosfat, Na-fosfat, pasir dan dipanaskan sampai +1200 °C. Hasil ini dicampur lebih lanjut dengan K_2SO_4 dan $ZnSO_4$, kemudian digiling halus. Semen gips dicampur dengan air dapat menjadi keras dalam waktu 2 jam.
3.	Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> Magnesium adalah logam ringan berwarna putih, tetapi dalam udara menjadi putih abu-abu karena terbentuknya lapisan magnesium oksida yang melindungi logamnya terhadap oksidasi lebih lanjut. Dalam bentuk pita atau serbuk magnesium mudah terbakar menjadi magnesium oksida dengan menimbulkan cahaya putih yang menyilaukan. Magnesium dalam asam encer membentuk gas hidrogen. Magnesium dipakai sebagai pengisi lampu Blitzchth (dicampur dengan logam aluminium). Magnesium banyak digunakan untuk pembuatan logam campur, dengan sifat-sifat tetap ringan, tetapi dengan kekuatan yang berlipat ganda. Oleh karena itu, magnesium dipakai untuk industri membuat rangka pesawat terbang.
4.	Magnesium Oksida	<ul style="list-style-type: none">
5.	Magnesium sulfat	<ul style="list-style-type: none"> Magnesium sulfat ($MgSO_4$) berupa padatan putih. Contoh garam inggris dengan rumus $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, dipakai dalam obat-obatan sebagai pencahar (obat usus-urus).
	Magnesium Hidroksida	<ul style="list-style-type: none"> Magnesium Hidroksida ($Mg(OH)_2$) berupa padatan putih yang sedikit larut dalam air. Bersifat basa. Oleh karena itu $Mg(OH)_2$ digunakan untuk obat sakit maag.

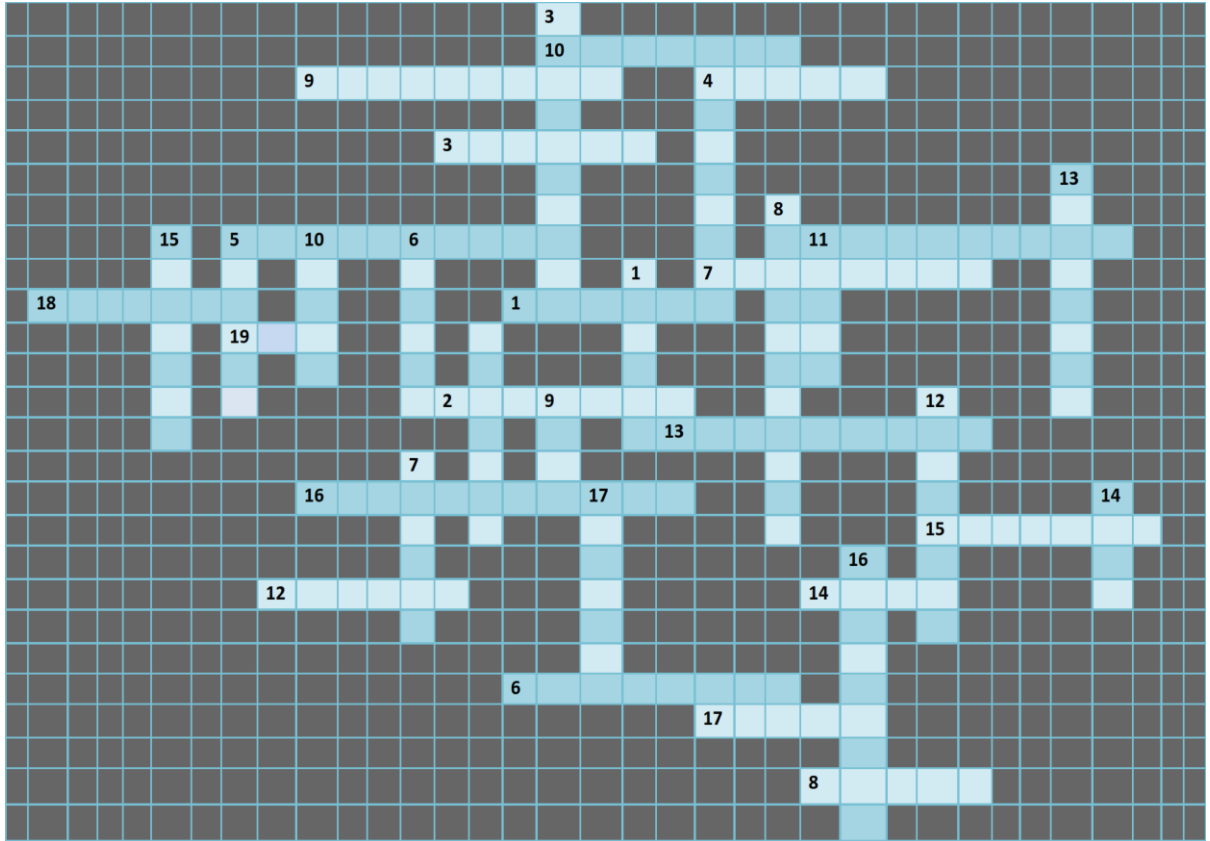
- Magnesium Oksida (MgO) berupa zat padat, berwarna putih, tidak mudah mencair (titik cairnya 2.800 °C), keras dan tahan api. Oleh karena sifat-sifat ini MgO dipakai sebagai pelapis tanur.
- Jika MgO dipijarkan, dicampur dengan larutan $MgCl_2$ yang pekat, membentuk bubuk yang di udara menjadi keras dan mengilap. Campuran tersebut dinamakan semen magnesium atau semen sorel. Campuran semen magnesium dengan serbuk kayu, serbuk gabus, gilingan batu, dan sebagainya disebut granit kayu atau ksilolit. Bahan ini antara lain dipakai untuk membuat lantai yang tidak bersela atau tidak bersambung dan sebagai bahan gading buatan.

c. Rangkuman

1. Logam alkali adalah kelompok logam-logam golongan IA. Logam-logam ini bersifat lunak (kecuali Li yang lebih keras) dan mudah dipotong dengan pisau, berwarna keperak-perakan, dan bersifat korosif. Semua logam alkali memiliki bilangan oksidasi +1 dalam senyawa-senyawanya.
2. Oksida logam IA adalah oksida basa. Jika dilarutkan dalam air, oksida-oksida IA larut membentuk larutan basa kuat. Semua basa alkali adalah basa kuat.
3. Logam alkali mereduksi oksigen, tetapi produk reaksi tergantung dari logamnya. Li membentuk Li_2O , Na membentuk Na_2O , K, Rb dan Cs membentuk MO_2 (M=K, Rb, Cs). Logam alkali mereduksi hidrogen membentuk ionik. Logam alkali juga bereaksi dengan halogen membentuk senyawa halida.
4. Logam-logam alkali tanah tampak berkilau seperti perak, lunak dan dapat ditempa (*malleable*), dapat diulur (*ductile*), dan sedikit lebih keras daripada logam-logam IA di sampingnya.
5. Semua logam alkali tanah teroksidasi di udara menjadi oksida, kecuali Be. Semua logam alkali tanah bereaksi dengan asam menghasilkan garam dan H_2 . Makin besar nomor atom, reaksi dengan asam makin reaktif.
6. Air sadah sementara mengandung garam-garam bikarbonat dari Mg^{2+} dan Ca^{2+} , sedangkan air sadah tetap mengandung garam-garam sulfat dan klorida dari Mg^{2+} dan Ca^{2+} .
7. Air sadah sementara dihilangkan atau dilunakkan melalui: (a) pemanasan dan (b) penambahan larutan karbonat, CO_3^{2-} . Air sadah tetap dapat dihilangkan melalui: (a) penambahan larutan karbonat CO_3^{2-} dan (b) melewatkan air sadah ke dalam kolom penukaran ion.

d. Tugas

Isilah Teka-teki silang berikut dengan benar!



Pertanyaan :

MENDATAR	MENURUN
1. Unsur yang terkandung dalam garam sulfat golongan alkali tanah yang paling sukar larut	1. Unsur yang merupakan konduktor paling baik pada golongan IA
2. Salah satu kandungan sadah selain magnesium	2. Unsure alkali dan alkali tanah termasuk unsur yan sangat....
3. Sebutan golongan IA	3. Sifat khas yang digunakan untuk mengetahui keberadaan unsur alkali dan alkali tanah
4. Jari-jari unsur alkali tanah semakin ke bawah akan semakin...	4. Unsur yang bersifat amfoter dalam unsur alkali tanah
5. Barium adalah garam alkali tanah yang paling mudah larut dalam senyawa.....	5. Garam yang terbentuk dari reaksi logam alkali dengan halogen membentuk
6. Unsur radioaktif dalam golongan alkali adalah	6. Warna nyala natrium
7. warna nyala Kalium	7. Unsur radioaktif dalam golongan alkali tanah
8. Warna nyala dari magnesium	8. Sifat dari kalsium hidroksida
9. Sifat kesadahan air yang mengandung Kalsium karbonat	9. Senyawa yang mengandung unsur alkali adalah garam dapur dan
10. Sifat asam maupun basa disebut juga sifat	10. Proses pembuatan magnesium dari air laut
11. Senyawa yang terbentuk dari reaksi oksigen dengan logam alkali pada suhu biasa	11. Salah satu kegunaan umum dari kalium nitrat

MENDATAR	MENURUN
12. Logam yang digunakan katode pada lampu elektronik	12. Logam yang berada di atas sesium sesuai dengan table periodik
13. Logam yang berada di bawah kalsium sesuai dengan table periodic	13. Gas yang dihasilkan dari reaksi logam natrium dengan air
14. Electron valensi dari unsure alkali	14. Warna nyala dari unsur sesium
15. Sumber utama logam magnesium	15. Salah satu kegunaan logam litium dalam kehidupan sehari2-hari
16. Nama/sebutan lain golongan IIA	16. Paduan antara logam magnesium dengan alumunium
17. Harga keelktronegatifan unsur alkali semakin kebawah akan semakin...	17. Senyawa yang terbentuk dari reaksi logam alkali tanah dengan gas nitrogen
18. Senyawa ionik hidrida alkali yang terbentuk dari reaksi Logam alkali dengan hidrogen	
19. Jenis ikatan pada senyawa nitrida	

e. Tes formatif

1. Bagaimanakah kelimpahan unsur rubidium di alam?
2. Apa unsur golongan alkali tanah yang paling banyak ditemukan dan dimanakah?
3. Mengapa unsur-unsur golongan logam alkali dapat menghasilkan warna nyala yang berbeda-beda?
4. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan gambar tersebut, identifikasi unsur manakah yang lebih reaktif bila direaksikan dengan air? Jelaskan!

5. Jelaskan cara pembuatan magnesium dengan metode elektrolisis!
6. Jelaskan proses elektrolisis larutan Natrium Klorida dengan diafragma untuk mendapatkan senyawa Natrium Karbonat?
7. Jelaskan masing-masing 2 kegunaan unsur dan/atau senyawa golongan alkali dan alkali tanah!

g. Lembar kerja

Buatlah poster mengenai kegunaan logam alkali dan alkali tanah beserta senyawa-senyawanya!

1. Kegiatan Belajar III

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Melalui pembelajaran ini, diharapkan peserta didik dapat memahami dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur periode 3 dengan **sikap penuh religius, ketelitian, tanggung jawab, rasa ingin tahu dan menerima pendapat orang lain**

b. Uraian materi

UNSUR PERIODE KETIGA

1). Kelimpahan Unsur Periode Ketiga



Natrium



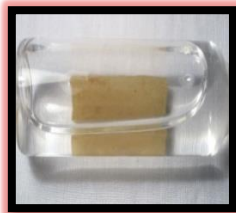
Magnesium



Aluminium



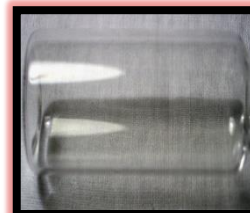
Silikon



Fosfor



Sulfur



Klorin



Argon

Unsur-unsur terdapat melimpah di kulit bumi kita, tetapi unsur-unsur tersebut mempunyai kelimpahan yang berbeda-beda seperti misalnya unsur periode ketiga. Unsur periode ketiga terdiri atas Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, dan Ar. Secara lengkap kelimpahan unsur periode ketiga dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1. Kelimpahan Unsur Periode ketiga

Unsur	% Massa
Natrium (Na)	2,63
Magnesium (Mg)	1,93
Aluminium (Al)	7,50
Silikon (Si)	25,67
Fosfor (P)	0,11
Belerang (S)	0,06
Klor (Cl)	0,19

Di alam unsur periode ketiga terdapat dalam beberapa senyawa seperti pada tabel 3.2 berikut ini.

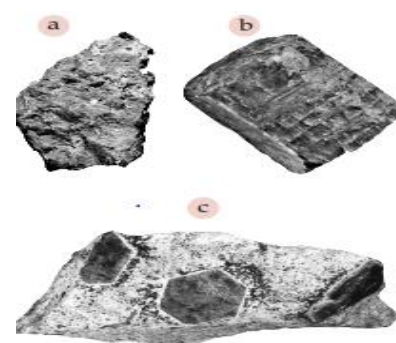
Tabel 3.2 Nama unsur dan asenyawanya di Alam

Unsur	Sebagai senyawa	Unsur	Sebagai senyawa
Na	NaNO_3 : Senyawa chilli	Al	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Kaolin
	NaCl : Dalam air laut		$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: Bauksit
Mg	MgCO_3 : Magnesit		Na_3AlF_6 : Kriolit
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: Garam inggris	Si	SiO_2 : Pasir
	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Karnalit		$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Tanah liat
	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$: Dolomit	P	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: Fosfit, dalam tulang
	MgCl_2 : Dalam air laut	S	Bebas di alam
			FeS_2 : Pirit
		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Gips	
		Cl	NaCl : Dalam air laut

a) Aluminium

Unsur periode ketiga terdiri atas Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, dan Ar. Di antara unsur-unsur periode ketiga, **aluminium** adalah unsur yang paling banyak terdapat dalam kerak bumi, yaitu sekitar 8,8 % dari masa kerak bumi. Mineral aluminium yang bernilai ekonomis adalah bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Mineral lainnya yang mengandung aluminium adalah ortoklas (KAlSi_3O_8), beril ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$), kriolit (Na_3AlF_6), dan korundum (Al_2O_3). Di Indonesia, bauksit banyak ditemukan di pulau Bintan dan Tayan (Kalimantan Barat).

b) Silikon



Gambar 1. Mineral-mineral aluminium, a) bauksit, b) beril dan c) korundum

Silikon di alam terdapat dalam senyawa oksida silika, SiO_2 atau silikat. Silikon banyak terdapat dalam bentuk senyawa terutama sebagai silika dan silikat. Kristal silika (SiO_2) murni di alam ditemukan dalam tiga bentuk poliformis, yang paling umum terdapat di alam adalah kuarsa. Silika mempunyai bentuk yang beragam karena jumlah pengotor yang runtu di dalamnya, seperti pasir, akik, oniks, opal, ametis (batu kecubung), dan flint. Silikat merupakan senyawa silikon-oksigen yang paling melimpah dari semua senyawa yang ada di kulit bumi. Kebanyakan batuan dan mineral adalah silikat dengan kisi.

c) Fosfor

Fosfor terdapat di alam sebagai senyawa fosfat yang diperoleh dari batuan karang fosfat. Fosfor mempunyai beberapa bentuk alotrop, diantaranya fosfor putih dan fosfor merah. Fosfor menempati peringkat kesepuluh dalam kelimpahan unsur, terdapat sebagai fosfat dalam berbagai mineral. Sebagian besar fosfor ditemukan dalam bentuk mineral-mineral apatit seperti $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{CaF}_2$, $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{CaCl}_2$, atau $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$. Selain itu fosfor juga ditemukan dalam mineral fosforit seperti $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Dalam jasad hidup, fosfor dapat kita jumpai dalam putih telur, tulang, dan fosfolipid. Keberadaan fosfor dalam bahan-bahan tersebut sebagai senyawa fosfat berperan penting dalam DNA dan pembentukan membran. Selain itu senyawa fosfat juga terdapat dalam tanah pertanian.

d) Belerang

Belerang ditemukan di alam sebagai unsur bebas, sulfat maupun sebagai bijih sulfida. Sebagai unsur bebas biasanya ditemukan dalam lapisan ± 150 m di bawah batu karang, pasir, atau tanah liat di daerah gunung berapi. Dalam bentuk unsur bebas, belerang banyak terdapat di dekat kawah gunung berapi dan ada sebagian yang berada di dalam tanah. Di Indonesia, unsur belerang banyak ditemukan di daerah Dieng.

Sulfida banyak ditemui di daerah pegunungan, dalam bentuk blende (tidak mengkilap), glans (mengkilap dan berwarna gelap) serta kies (mengkilap dan berwarna muda). Misal *timbang glan/galena* (PbS), *seng blende* (ZnS), dan *pirit* (FeS_2). Sebagai senyawa sulfat, belerang ditemukan dalam batu tahu atau gips anhidrit (CaSO_4), barium sulfat (BaSO_4), dan magnesium sulfat (MgSO_4). Selain ditemukan dalam keadaan bebas dan sebagai sulfida dan sulfat belerang dapat juga ditemukan dalam hewan sebagai penyusun putih telur dan tanah pertanian.

2). Sifat-Sifat Unsur Periode Ketiga

Sifat Fisika

Beberapa sifat fisika Periode 3 dapat dilihat pada **Tabel 3.3** berikut :

N	Sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
1	Jari-jari atom (pm)	15	136	125	117	110	104	99	-
2	Energi Ionisasi (kJ mol ⁻¹)	49	738	577	787	1.06	1.00	1.26	1.52
3	Keelektronegatifan (skala Pauling)	10	1,25	1,45	1,75	2,05	2,45	2,85	-
4	Titik Leleh	98	651	660	1.41	44	119	-101	-189
5	Titik Didih (°C)	89	1.10	2.46	2.35	280	445	-35	-186

(a). Keelektronegatifan

Kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron dengan atom lain dalam membentuk senyawa dinyatakan dengan keelektronegatifan. Keelektronegatifan umumnya dinyatakan dalam skala Pauling. Unsur-unsur dengan keelektronegatifan kecil cenderung bersifat logam (elektropositif). Kecenderungan ini juga diperlihatkan oleh unsur-unsur periode ketiga. Dari kiri ke kanan keelektronegatifannya semakin besar, hal ini sesuai dengan semakin berkurangnya sifat logam dari natrium ke argon.

(b). Jari-jari atom

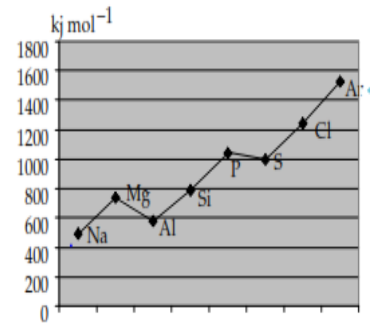
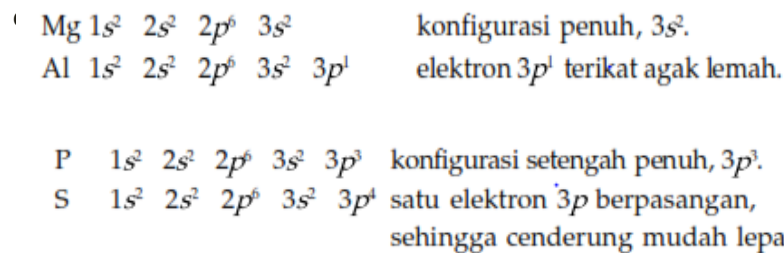
Dalam periode ketiga, dari kiri ke kanan, jari-jari atom makin kecil. Hal ini disebabkan muatan inti bertambah, sedangkan jumlah kulit tetap. Akibatnya gaya tarik inti terhadap elektron makin kuat sehingga elektron makin dekat dengan inti.

(c). Energi ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron yang tidak terikat dengan erat dari atom dalam bentuk gas. Kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga ditunjukkan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga bertambah dari kiri ke kanan.

Peningkatan energi ionisasi ini berkaitan dengan bertambahnya muatan inti, sehingga daya tarik inti terhadap elektron terluar makin besar.

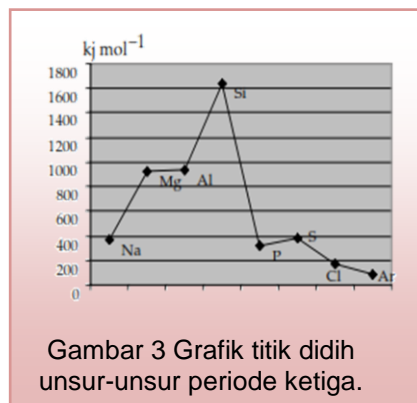
Data dari gambar juga menunjukkan adanya penyimpangan, yaitu energi ionisasi magnesium ternyata lebih besar dari energi ionisasi aluminium, sedangkan energi ionisasi fosfor lebih besar daripada belerang. Penyimpangan ini terjadi karena unsur golongan IIA (Mg) dan golongan VA (P) mempunyai konfigurasi elektron yang relatif stabil, yaitu konfigurasi penuh dan setengah penuh sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk melepaskan elektronnya. Aluminium dan belerang mempunyai satu elektron yang terikat agak lemah sehingga lebih mudah dilepaskan. Perhatikan konfigurasi elektron



Gambar 2. Grafik energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga

(d). Titik Didih dan Titik Leleh

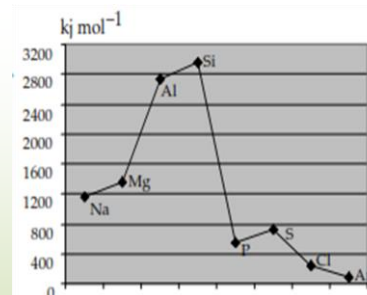
Dari gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa titik didih dan titik leleh unsur-unsur periode ketiga bertambah secara bertahap dari kiri ke kanan dan mencapai puncaknya pada golongan IVA (Si), kemudian turun secara drastis pada golongan VA (P).



Gambar 3 Grafik titik didih unsur-unsur periode ketiga.

Jadi, silikon mempunyai titik didih dan titik leleh tertinggi diantara unsur-unsur seperiode. Sedangkan titik didih dan titik leleh terendah dimiliki oleh argon. Kecenderungan titik didih dan titik leleh unsur-unsur periode ketiga dapat dipahami sebagai berikut.

- ✚ Natrium, magnesium, dan aluminium mempunyai ikatan logam. Kekuatan ikatan logam meningkat dari natrium hingga aluminium sebagai akibat bertambahnya jumlah elektron valensi. Meningkatnya kekuatan ikatan logam menyebabkan meningkatnya titik didih dan titik leleh.
- ✚ Silikon mempunyai struktur kovalen raksasa(seperti intan), tiap atom silikon terikat secara kovalen ada empat atom silikon. Zat dengan struktur kovalen raksasa mempunyai titik didih dan titik leleh yang sangat tinggi.
- ✚ Fosfor, belerang, klor, dan argon terdiri atas molekul nonpolar, sehingga hanya diikat oleh gaya van der Waals yang relatif lemah. Hal ini menyebabkan titik didih dan titik lelehnya menjadi rendah.



Gambar 4. Grafik titik leleh unsur-unsur periode ketiga.

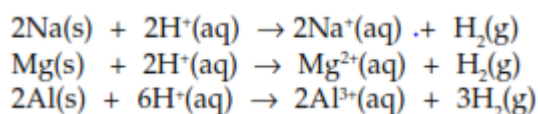
(e). Sifat Logam dan Nonlogam

Unsur-unsur yang berada dalam periode ketiga ada delapan unsur dengan kecenderungan sifat yang teratur. Unsur-unsur tersebut adalah natrium, magnesium, aluminium, silikon, fosfor, belerang, klor, dan argon. Dalam satu periode dari kiri ke kanan sifat logam semakin berkurang. Oleh karenanya unsur-unsur periode ketiga dikelompokkan menjadi logam, metaloid, non logam dan gas mulia. Perhatikan Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3.4. Perubahan sifat unsur periode ketiga

Logam	Metaloid	Non logam	Gas Mulia
Na - Mg - Al	Si	P - S - Cl	Ar

Tiga unsur yang pertama, yaitu natrium, magnesium, dan aluminium merupakan logam sejati. Ketiganya menunjukkan kilap logam yang khas dan merupakan konduktor listrik dan panas yang baik. Senyawa natrium dan magnesium bersifat ionik, sedangkan sebagian besar senyawa aluminium juga bersifat ionik. Natrium, magnesium, dan aluminium larut dalam larutan asam membentuk kation tunggal.



Secara kimia sifat logam menurun dari natrium ke aluminium, sedangkan secara fisik justru meningkat. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 yang

menunjukkan kecenderungan peningkatan titik didih dan titik leleh dari natrium ke aluminium. Demikian pula dengan kekerasan natrium lebih kecil dari kekerasan magnesium dan aluminium. Diantara ketiganya, aluminium merupakan logam yang paling kuat, magnesium agak rapuh, sedangkan natrium merupakan logam yang paling lunak dan ringan. Peningkatan sifat logam dari Na ke Al berkaitan dengan penambahan elektron valensi, sehingga kekuatan ikatan antaratom dalam logam meningkat.

Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ memiliki 1 elektron valensi.

Mg $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ memiliki 2 elektron valensi,
sehingga ikatan logamnya lebih kuat:

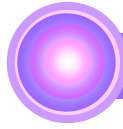
Al $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ memiliki 3 elektron valensi,
sehingga ikatan logamnya semakin kuat.

Silikon tergolong metaloid, yaitu unsur yang memiliki sifat logam dan nonlogam, di mana kekuatan logamnya sangat lemah dibandingkan logam sejati. Silikon bersifat semikonduktor. Setiap atom dalam silikon padat terikat pada empat atom silikon lainnya secara kovalen membentuk jaring tiga dimensi yang dikenal dengan struktur kovalen raksasa (seperti yang dimiliki intan). Silikon dengan struktur yang demikian memiliki kekerasan, titik didih, dan titik leleh yang cukup tinggi.

Fosfor, belerang, dan klor merupakan unsur nonlogam. Padatan ketiga unsur tersebut tidak dapat menghantarkan listrik. Pada suhu kamar, fosfor, dan belerang berupa padatan dan klor berupa gas. Fosfor dan belerang terdiri atas molekul poliatom, yaitu P_4 dan S_8 . Gaya yang bekerja dalam padatan adalah gaya dispersi. Molekul-molekul dalam padatan tersebut saling bertarikan dengan gaya dispersi yang menyebabkan titik didih dan titik leleh unsur tersebut menurun jauh jika dibandingkan dengan silikon. Sedangkan klor terdiri atas molekul diatomik (Cl_2). Kemampuan membentuk ion negatif dari fosfor, belerang, dan klor menerangkan sifat logam ketiganya secara kimia. Klor dan belerang membentuk anion tunggal, yaitu Cl^- dan S^{2-} , sedangkan fosfor membentuk anion poliatom seperti PO_4^{3-} dan PO_3^{3-} .

Sifat Logam berkurang

Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
----	----	----	----	---	---	----	----



Sifat Kimia

(a). Sifat reduktor dan oksidator

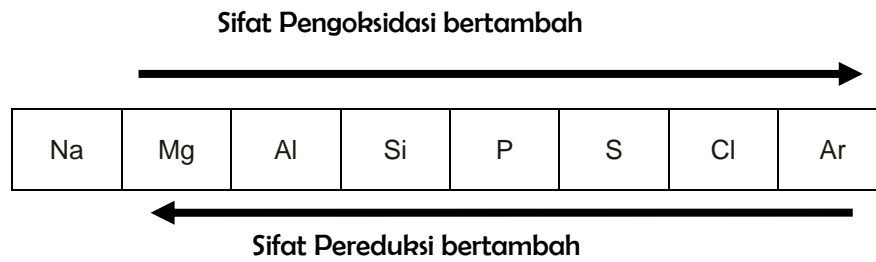
Daya pereduksi dan daya pengoksidasi unsur periode ketiga. Daya pereduksi dan daya pengoksidasi berkaitan dengan kecenderungan melepas atau menyerap elektron. Zat pereduksi (reduktor) merupakan zat yang melepaskan elektron dalam suatu reaksi redoks atau zat yang mengalami oksidasi, sedangkan zat pengoksidasi (oksidator) merupakan zat yang menyerap elektron atau mengalami reduksi. Dengan demikian, semakin mudah zat melepaskan elektron, maka daya pereduksinya semakin kuat. Sebaliknya, semakin sulit suatu zat untuk melepaskan elektron, maka daya oksidasinya makin kuat.

Harga potensial elektrode menyatakan kecenderungan untuk mereduksi dan mengoksidasi reaksi-reaksi yang berlangsung dalam larutan. Jika harga potensial elektrodenya semakin positif, maka makin mudah mengalami reduksi. Sebaliknya, semakin negatif harga potensial elektrodenya, makin mudah mengalami oksidasi. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa reduktor kuat mempunyai harga potensial elektrode sangat negatif, sedangkan oksidator kuat mempunyai harga potensial elektrode sangat positif. Harga potensial elektrode unsur-unsur periode ketiga diberikan pada Tabel 5.

Tabel 3.5 Harga potensial elektrode beberapa unsur periode ketiga.

Reaksi	E^0 (Volt)
$\text{Na}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3e^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{SiO}_2(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4e^- \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,86
$\text{S}(\text{s}) + 2e^- \rightarrow \text{S}^{2-}(\text{aq})$	-0,45
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	+1,36

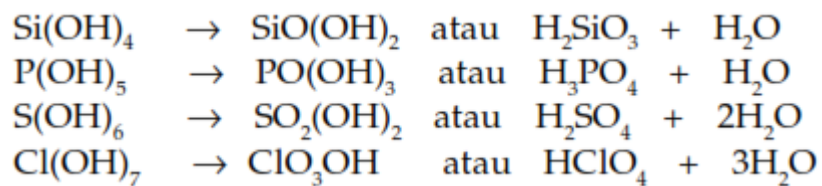
Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa harga potensial elektrode unsur periode ketiga meningkat dari natrium ke klor. Dengan kata lain, dari natrium ke klor daya pereduksi berkurang dan gaya pengoksidasi bertambah. Jadi, natrium merupakan pereduksi terkuat, sedangkan klor merupakan pengoksidasi terkuat.



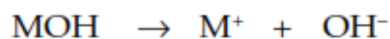
(b). Sifat asam dan basa

Semua unsur periode ketiga dapat bereaksi membentuk hidroksida $M(OH)_x$ kecuali argon yang merupakan gas mulia. M adalah unsur periode ketiga selain argon dan x adalah nomor golongan. Hidroksida-hidroksida dari unsur-unsur periode ketiga dijelaskan sebagai berikut.

- Hidroksida dari natrium, magnesium, dan aluminium cukup stabil, yaitu $NaOH$, $Mg(OH)_2$ dan $Al(OH)_3$
- Hidroksida dari silikon, fosfor, belerang, dan klor tidak stabil karena melepaskan molekul air.



- Jika MOH bersifat basa atau basa, maka kekuatan basa (mudahnya melepaskan ion OH^-) ditentukan dari kemudahan putusnya ikatan M-OH



- Kekuatan asam (mudahnya melepaskan H^+) ditentukan oleh kemudahan putusnya ikatan MO-H

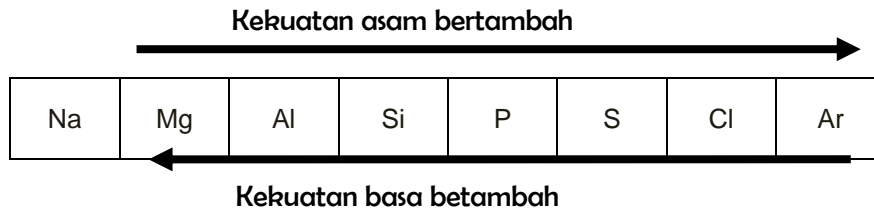


Hal ini dapat diramalkan dengan memperkirakan kekuatan unsur M dalam mengikat elektron yang dipengaruhi oleh energi ionisasi dan keelektronegatifan dari unsur tersebut. Dari kiri ke kanan, unsur-unsur periode ketiga memiliki harga ionisasi yang semakin besar dan keelektronegatifannya juga semakin besar

- Jika harga keelektronegatifan M besar, maka makin kuat unsur M menarik elektron atom O yang berakibat melemahkan ikatan MO-H sehingga dapat melepaskan ion H^+ selain itu jika energi ionisasi besar maka unsur M semakin susah melepaskan elektron.
- Sebaliknya jika harga keelektronegatifan M kecil, maka tarikan elektron terhadap atom O lemah yang berakibat melemahkan ikatan M-OH sehingga

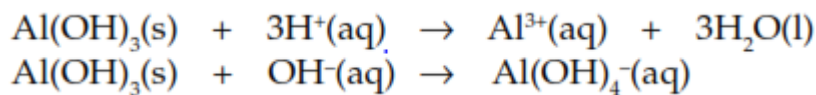
cenderung membentuk M^+ dan melepaskan ion OH^- selain itu jika energi ionisasi kecil maka unsur M semakin mudah melepaskan elektron.

- Kecenderungan energi ionisasi dan keelektronegatifan unsur periode ketiga adalah semakin bertambah dari natrium ke klor. Oleh karena itu sifat basa dari unsur-unsur di sebelah kiri lebih kuat, sedangkan unsur-unsur di sebelah kanan sifat asamnya lebih kuat. Untuk lebih jelas dalam memahami sifat asam-basa hidroksida unsur periode ketiga.



NaOH merupakan basa terkuat dari unsur periode ketiga dan hidroksidanya mudah larut dalam air. $Mg(OH)_2$ masih tergolong sebagai basa kuat, meskipun kekuatannya lebih lemah dibandingkan dengan NaOH. Aluminium bersifat amfoter, demikian pula dengan hidroksidanya $Al(OH)_3$. Amfoter artinya senyawa tersebut dapat bersifat sebagai asam sekaligus sebagai basa. Dalam lingkungan basa kuat $Al(OH)_3$ akan bersifat asam, sebaliknya dalam lingkungan asam kuat ia akan bersifat basa.

Reaksinya :



$Si(OH)_4$ atau H_2SiO_3 adalah asam silikat yang merupakan asam sangat lemah dan tidak stabil, mudah terurai menjadi silika (SiO_2) dan air. Meskipun demikian, garam-garam dari silikat banyak dikenal, contoh $CaSiO_3$ (gelas kalsium).

$P(OH)_5$ atau H_3PO_4 (asam fosfat) yang merupakan asam lemah. Selain asam fosfat, fosfor juga membentuk asam oksida yang lain, yaitu H_3PO_3 (asam fosfit) dan H_2PO_2 (asam hidrofosfat). Keduanya merupakan asam lemah.

(c). Reaksi pada Unsur Periode Ketiga

a. Reaksi dengan Air

1. Natrium

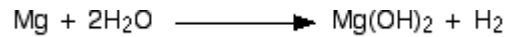
Natrium mengalami reaksi yang sangat eksoterm dengan air dingin menghasilkan hidrogen dan larutan NaOH yang tak berwarna.



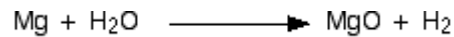
2. Magnesium

Magnesium mengalami reaksi yang sangat lambat dengan air dingin, tetapi terbakar dalam uap air. Lemper magnesium yang sangat bersih

dimasukkan ke dalam air dingin akhirnya akan tertutup oleh gelembung gas hidrogen yang akan mengapungkan lempeng magnesium ke permukaan. Magnesium hidroksida akan terbentuk sebagai lapisan pada lempengan magnesium dan ini cenderung akan menghentikan reaksi.

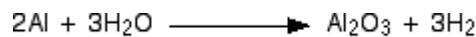


Magnesium terbakar dalam uap air dengan nyala putih yang khas membentuk magnesium oksida dan hidrogen.



3. Aluminium

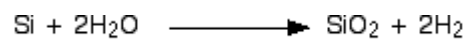
Serbuk aluminium dipanaskan dalam uap air menghasilkan hidrogen dan aluminium oksida. Reaksinya berlangsung relatif lambat karena adanya lapisan aluminium oksida pada logamnya, membentuk oksida yang lebih banyak selama reaksi.



4. Silicon

Terdapat beberapa perbedaan dalam beberapa buku atau web mengenai bagaimana reaksi silikon dengan air atau uap air. Sebenarnya hal ini tergantung pada silikon yang digunakan. Umumnya silikon abu-abu yang berkilat dengan keadaan agak seperti logam hampir tidak reaktif.

Banyak sumber menyatakan bahwa bentuk silikon ini bereaksi dengan uap air pada suhu tinggi menghasilkan silikon dioksida dan hidrogen.



Tapi juga mungkin untuk membuatnya menjadi bentuk silikon yang lebih reaktif yang akan bereaksi dengan air dingin menghasilkan produk yang sama.

5. Fosfor dan sulfur

Fosfor dan sulfur tidak bereaksi dengan air.

6. Klor

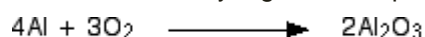
Klor dapat larut dalam air untuk beberapa tingkat membentuk larutan berwarna hijau. Terjadi reaksi reversibel (dapat balik) menghasilkan asam klorida dan asam hipoklorit.



2. Reaksi dengan Oksigen

1. Aluminium

Aluminium akan terbakar dalam oksigen jika bentuknya serbuk, sebaliknya lapisan oksidanya yang kuat pada aluminium cenderung menghambat reaksi. Jika kita taburkan serbuk aluminium ke dalam nyala bunsen, maka akan kita dapatkan percikan. Aluminium oksida yang berwarna putih akan terbentuk.



2. Silikon

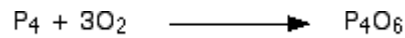
Silikon akan terbakar dalam oksigen jika dipanaskan cukup kuat. Dihasilkan silikon dioksida.

**3. Fosfor**

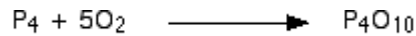
Fosfor putih secara spontan menangkap api di udara, terbakar dengan nyala putih dan menghasilkan asap putih campuran fosfor (III) oksida dan fosfor (V) oksida.

Proporsinya bergantung pada jumlah oksigen yang tersedia. Dengan oksigen berlebih, produk yang dihasilkan hampir semuanya berupa fosfor (V) oksida.

Untuk fosfor (III) oksida



Untuk fosfor (V) oksida:

**4. Sulfur**

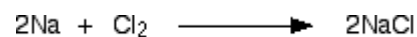
Sulfur terbakar di udara atau oksigen dengan pemanasan perlahan dengan nyala biru pucat. Ini menghasilkan gas sulfur dioksida yang tak berwarna.

**5. Klor dan Argon**

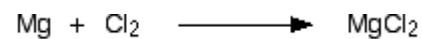
Walaupun memiliki beberapa oksida, klor tidak langsung bereaksi dengan oksigen. Argon juga tidak bereaksi dengan oksigen.

3. Reaksi dengan Klor**1. Natrium**

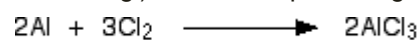
Natrium terbakar dalam klor dengan nyala jingga menyala. Padatan NaCl akan terbentuk.

**2. Magnesium**

Magnesium terbakar dengan nyala putih yang kuat menghasilkan magnesium klorida.

**3. Aluminium**

Aluminium seringkali bereaksi dengan klor dengan melewati klor kering di atas aluminium foil yang dipanaskan sepanjang tabung. Aluminium terbakar dalam aliran klor menghasilkan aluminium klorida yang kuning sangat pucat. Aluminium klorida ini dapat menyublim (berubah dari padatan ke gas dan kembali lagi) dan terkumpul di bagian bawah tabung saat didinginkan.



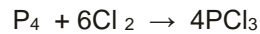
4. **Silikon**

Jika klor dilewatkan di atas serbuk silikon yang dipanaskan di dalam tabung, akan bereaksi menghasilkan silikon tetraklorida. Silikon tetraklorida adalah cairan yang tak berwarna yang berasap dan dapat terkondensasi.

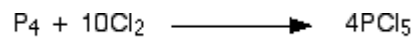


5. **Fosfor**

Fosfor putih terbakar di dalam klor menghasilkan campuran dua klorida. Fosfor (III) klorida dan fosfor (V) klorida (fosfor triklorida dan fosfor pentaklorida). Fosfor (III) klorida adalah cairan tak berwarna yang berasap.



Fosfor (V) klorida adalah padatan putih (hampir kuning).



6. **Sulfur**

Jika aliran klor dilewatkan di atas sulfur yang dipanaskan, akan bereaksi menghasilkan cairan berwarna jingga dengan bau tak sedap, disulfur diklorida, S_2Cl_2 .



7. **Klor dan Argon**

Tidak bermanfaat bila kita membicarakan klor bereaksi dengan klor lagi dan argon tidak bereaksi dengan klor.

Pembuatan Unsur Periode Ketiga

A. Aluminium

Aluminium diperoleh dengan menggunakan *proses Hall-Heroult*, sesuai dengan nama penemunya **Charles M. Hall** (AS) dan **Paul Heroult** (Perancis) pada tahun 1886. Pengolahan ini meliputi dua tahap.



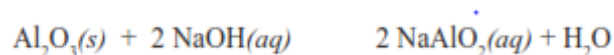
Untuk menambah pengetahuan tentang pembuatan Aluminium dengan proses Hall Heroult dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut :

<https://youtu.be/2ejf-7199IA> atau <https://youtu.be/7vR0AXXlkjg>

• **Tahap Pemurnian**

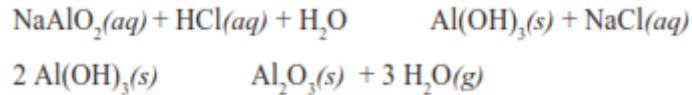
Pada tahap ini, aluminium yang diproduksi dari bauksit yang mengandung besi oksida (Fe_2O_3) dan silika dimurnikan dengan melarutkan bauksit tersebut ke dalam $\text{NaOH}(aq)$. Besi oksida (Fe_2O_3) yang bersifat basa tidak larut dalam larutan NaOH .

Reaksi:



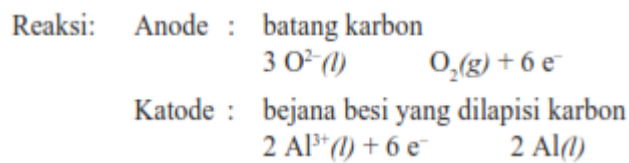
Larutan di atas kemudian diasamkan untuk mengendapkan $\text{Al(OH)}_3(\text{s})$. Al_2O_3 murni dapat dihasilkan dengan cara pemanasan Al(OH)_3 , kemudian disaring akan diperoleh Al_2O_3 .

Reaksi :



- **Tahap Elektrolisis**

Al_2O_3 (dengan titik leleh 2.030°C) dicampurkan dengan kriolit (Na_3AlF_6) (untuk menurunkan titik leleh menjadi 1.000°C). Larutan Al dalam kriolit dielektrolisis menggunakan karbon sebagai katode dan anode.

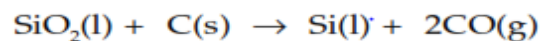


Oksigen yang terbentuk dapat bereaksi dengan anode karbon membentuk karbon monoksida dan karbon dioksida. Akibatnya, anode tersebut sedikit demi sedikit terkikis dan pada suatu saat harus diganti.

Pembuatan aluminium dengan proses elektrolisis dapat di lihat melalui video pada link berikut: <https://youtu.be/4a1ptfTItXA>

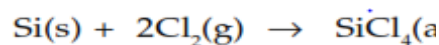
B. Silikon

Silikon dibuat dari silika dengan kokas sebagai reduktor. Campuran silika dan kokas dipanaskan dalam tanur listrik pada suhu sekitar 3000°C .



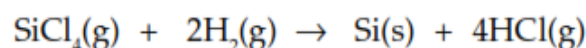
Adapun pembuatan silikon murni dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

1. Silikon direaksikan dengan klor.



Silikon tetraklorida yang dihasilkan merupakan cairan yang mudah menguap dengan titik didih 58°C

2. SiCl_4 dimurnikan dengan distilasi bertingkat.
3. Hasil distilasi direduksi dengan mengalirkan campuran uap SiCl_4 dengan gas H_2 melalui suatu tabung yang dipanaskan.



C. Fosfor

Pada suhu biasa fosfor mempunyai beberapa bentuk alotrop. Yang terpenting adalah fosfor putih dan fosfor merah. Fosfor menempati peringkat kesepuluh dalam

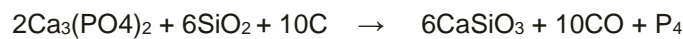
kelimpahan unsur, terdapat sebagai fosfat dalam berbagai mineral. Mineral fosfat yang terpenting adalah fluoroapatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ dan fosforit yang merupakan hidroksiapatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$

a. Pembuatan fosfor putih

Fosfor putih pertama kali dibuat oleh *Hening Brand* pada tahun 1669. Ilmuwan kimia ini awalnya membuat fosfor putih dengan cara memanaskan urine dan pasir kemudian mengkondensasikan uapnya melalui air. Unsur yang diperoleh dapat mengeluarkan cahaya, sehingga unsur tersebut dinamakan *phosphorus*.

Selanjutnya, *Wohler* memperkenalkan cara modern untuk memperoleh fosfor putih. Caranya dengan mereduksi kalsium fosfat, pasir dan batang karbon pada suhu 1.300°C dalam tungku pembakaran listrik. Fosfor yang diperoleh distilasi kemudian dikondensasikan di dalam air sebagai molekul P_4 .

Reaksi utama terjadi adalah



Uap P_4 dan CO selanjutnya dikondensasi kedalam air hingga diperoleh kristal fosfor putih murni. Fosfor putih sangat reaktif terhadap oksigen sehingga terbakar dan menghasilkan gelembung-gelembung. Oleh karena itu fosfor disimpan dalam air.

b. Pembuatan fosfor merah

Fosfor merah dibuat dengan cara memanaskan fosfor putih. Fosfor merah dalam keadaan murni dapat diperoleh dengan cara kristalisasi larutannya menggunakan Pb . Namun, fosfor merah sulit diperoleh dalam keadaan murni.

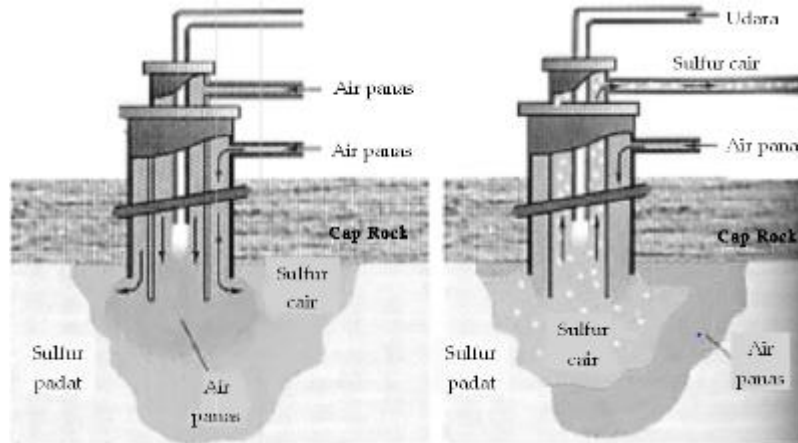
D. Belerang

Bijih belerang yang terdapat di bawah permukaan ditambang dengan **proses Frasch**. Pada proses ini pipa logam yang berdiameter 15 cm berisi dua pipa konsentrik yang lebih kecil ditanam sampai menyentuh lapisan belerang. Uap air yang sangat panas (suhu sekitar 160°C dan tekanan 16 atm) dipompakan melalui pipa bagian luar sehingga belerang akan meleleh. Selanjutnya dimasukkan udara bertekanan tinggi (20-25 atm) melalui pipa terkecil, sehingga terbentuk busa belerang yang akan terpompa ke atas melalui pipa ketiga. Kemurnian belerang yang dihasilkan mencapai 99,5 %.

Saat ini, proses Frasch bukan cara utama memperoleh belerang karena kebutuhan belerang lebih banyak berasal dari hasil desulfurisasi minyak bumi. Desulfurisasi minyak bumi dilakukan untuk mengurangi pencemaran akibat pembakaran belerang dalam bahan bakar minyak



Untuk menambah pengetahuan tentang pembuatan Belerang dengan proses Frasch dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut :
<https://youtu.be/yVuYXsmdUI> atau
<https://youtu.be/mDQB1p7c3n4>



Gambar 5 Penambangan belerang dengan proses Frasch

Kegunaan Unsur dan Senyawa Periode 3

1. Aluminium (Al)

Logam aluminium merupakan logam yang ringan, kuat, tahan korosi, dan mudah dibentuk, dan tidak reaktif. Aluminium banyak digunakan untuk alat-alat dapur, mobil, pesawat terbang dan tutup kaleng. Aluminium terlindungi dengan kuat oleh oksidanya sendiri (Al_2O_3) yang melindungi logam tersebut dari korosi lebih lanjut. Beberapa kegunaan aluminium antara lain:

- Bahan pembuatan pesawat terbang
- Bahan pembuatan komponen bangunan gedung, pintu, dan jendela
- Velg ban mobil
- Bahan pembuatan alat-alat dapur, misalnya panci dan sendok
- Industri makanan digunakan untuk aluminium foil dan kaleng aluminium untuk kemasan berbagai produk makanan/minuman.
- Untuk meruntuhkan bangunan yang terbuat dari besi atau baja. Hal ini disebabkan pembentukan Al_2O_3 yang sangat eksoterm (menghasilkan suhu $3.000\text{ }^\circ\text{C}$), sehingga mampu mengikat oksigen dari oksida logam lain.
- Jika Al_2O_3 bercampur dengan logam transisi akan terbentuk permata berwarna-warni, seperti:
 - *Rubi*, permata berwarna merah terbentuk dari Al_2O_3 dan Cr^{3+}
 - *Safir*, permata berwarna biru terbentuk dari Al_2O_3 dan Ti^{4+}
 - *Topaz*, permata berwarna kuning terbentuk dari Al_2O_3 dan Fe^{2+}
 - *Ametis*, permata berwarna coklat-keunguan terbentuk dari Al_2O_3 dan Mn^{3+}
- Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), Aluminium sulfat digunakan pada pengolahan air minum, yaitu untuk mempercepat koagulasi lumpur koloidal. Selain itu, aluminium sulfat juga digunakan dalam pembuatan kertas.



Peralatan dapur yang terbuat dari aluminium

- Aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$) yang terdapat pada antasida digunakan untuk menetralkan asam lambung yang berlebihan.

2. Silikon (Si)

- Silikon murni banyak dimanfaatkan sebagai semi konduktor dalam peralatan elektronik, komputer, kalkulator dan radio. Silikon juga digunakan dalam berbagai aliansi dengan besi (baja). Baja mengandung sekitar 0,03 % silikon, sedangkan durion mengandung 15 % silikon.
- Kuarsa digunakan untuk membuat cawan dan bejana laboratorium lain yang akan dipanaskan sampai suhu yang sangat tinggi.
- Silika dan silikat digunakan untuk membuat keramik, kaca, semen, dan porselin
- Water glass (Na_2SiO_3) digunakan untuk mengawetkan telur, sebagai bahan perekat, dan sebagai bahan pengisi dalam detergen.
- Korundum (SiC) digunakan sebagai ampelas.
- Silika gel digunakan sebagai pengering dalam berbagai macam produk karena sifatnya yang higroskopis.



3. Fosfor (P)

- Fosfor triklorida (PCl_3) adalah cairan yang mudah menguap dan mendidih pada suhu 76°C . PCl_3 digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat berbagai senyawa fosfor, seperti POCl_3 dan komponen dari pestisida.
- Fosforil klorida (POCl_3) digunakan sebagai komponen dalam zat pemadam kebakaran karena dapat memperlambat terjadinya nyala
- Asam fosfat (H_3PO_4). Asam ini diproduksi secara besar-besaran untuk digunakan pada pembuatan pupuk superfosfat, zat aditif makanan, bahan pembersih lantai, insektisida, dan pembuatan detergen.
- Fosfor digunakan untuk pembuatan fosfat, korek api, kembang api, racun tikus, dan zat pembentuk paduan logam.
- Pupuk super fosfat. Fosfor tergolong unsur makro, yaitu unsur yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah banyak. Pupuk yang mengandung senyawa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ disebut pupuk superfosfat karena sudah larut dalam air. Selain superfosfat, senyawa yang digunakan sebagai pupuk fosfat adalah amonium fosfat sekunder, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$



4. Belerang (S)

Penggunaan utama dari belerang adalah untuk pembuatan asam sulfat. Selain itu dengan sedikit belerang, kita dapat melakukan vulkanisasi karet untuk industri ban kendaraan. Belerang dapat membentuk senyawa berbahaya yaitu H_2S . Senyawa ini memiliki bau yang sangat menyengat seperti bau busuk. Belerang juga mudah

terbakar dan menghasilkan gas belerang dioksida. Gas ini dapat menyesakkan pernapasan.

Senyawa belerang seperti belerang dioksida, tiosulfat pentahidrat dan asam sulfat banyak digunakan dalam isdustri.

- Asam sulfat digunakan dalam industri pupuk dan detergen. Penggunaan lain adalah pada industri logam untuk membersihkan permukaan logam dalam elektroplating, industri zat warna, bahan peledak, obat-obatan, pemurnian minyak bumi, dan pengisi aki.
- Belerang dioksida (SO_2) digunakan sebagai fungsisida (anti jamur), fumigan (antiserangga), dan dalam jumlah yang sangat kecil digunakan sebagai pengawet makanan.
- Natrium tiosulfat pentahidrat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) digunakan dalam proses pencucian film. Senyawa ini dikenal dengan merk hipo.

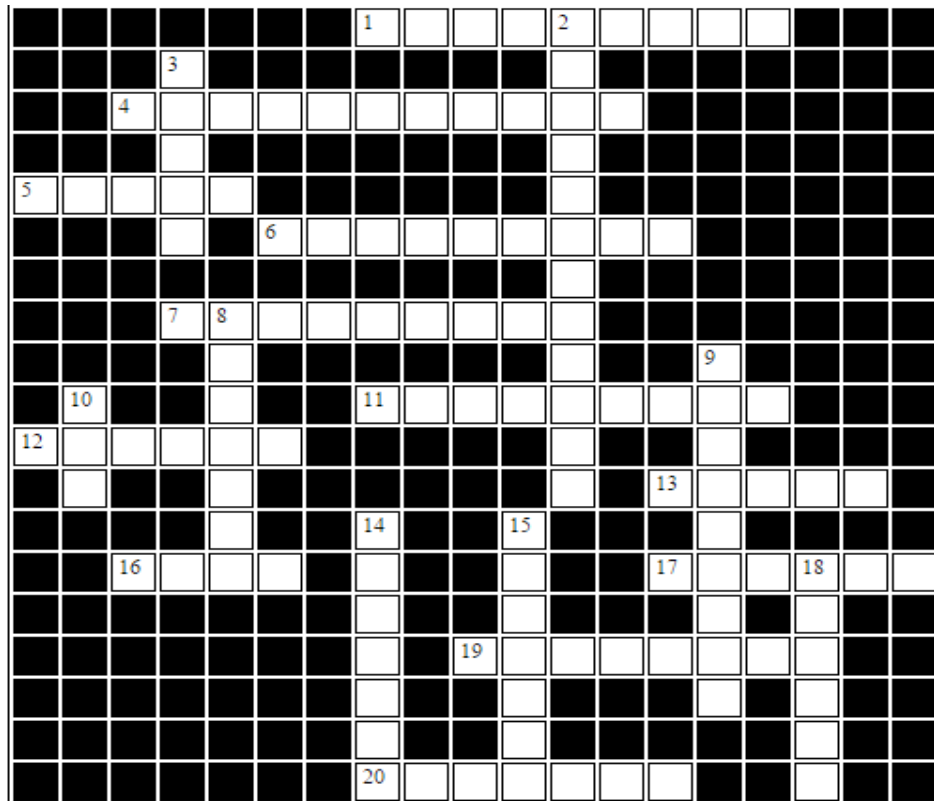


Aki yang diisi dengan asam sukfat

c. Rangkuman

1. Aluminium merupakan padatan logam yang paling kuat diantara ketiga logam pperiode ketoga karena atom Al memiliki tiga elektron valensi.
2. Na, Mg, dan Al adalah logam, Si : metloid, P,S, dan Cl : non logam, Ar : gas mulia.
3. Sifat basa unsur-unsur periode tiga makin berkurang dari Na sampai dengan Cl. NaOH; basa kuat, $\text{Mg}(\text{OH})_2$; basa lema, $\text{Al}(\text{OH})_3$; basa amfoter, $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{P}(\text{OH})_5$; basa lemah, $\text{S}(\text{OH})_6$ dan $\text{Cl}(\text{OH})_7$; asam kuat.

d. Tugas



Pertanyaan :

Horizontal	Verticaal
1. Unsur periode ketiga yang memiliki nomor atom 12	2. Bentuk kristal alotropi yang berada dalam keadaan setimbang
4. Susunan untuk setiap molekul fosfor	3. Reaksi Mg dengan asam
5. Wujud Al pada suhu kamar	8. Bisa bereaksi dengan asam dan basa adalah sifat.....
6. Proses hall-heroult dikenal sebagai proses pembuatan unsur.....	9. Mineral yang merupakan mangan
7. Senyawa oksida MgO memiliki sifat	10. Ikatan senyawa NaH
11. Silikon super murni dapat digunakan dalam pembuatan	14. Unsur semilogam dengan struktur kristal kovalen raksasa yang bersifat sebagai semikonduktor
12. Reduktor yang sangat lemah terutama dalam mereduksi oksigen dan halogen	15. Fungsi STTP pada detergen sebagai
13. Asam Fosfat banyak digunakan dalam industri	18. Cara memperoleh sulfur dengan mengalirkan air sangat panas dengan tekanan tinggi
16. Warna api ketika belerang dibakar	
17. Unsur berwarna kuning yang dapat ditemukan di kawah	
19. Dampak negatif pada proses pengolahan aluminium adalah timbul uap asam..	
20. Reduktor kuat yang dapat mereduksi air menjadi gas hidrogen	

e. Tes formatif

- Unsur periode ketiga yang paling banyak terdapat dalam kerak bumi adalah....
 - Cl
 - P
 - Mg
 - Na
 - Si

- Unsur aluminium terdapat dalam mineral....
 - Bauksit
 - Kasiterit
 - Siderit
 - Siderit
 - Pirit

- Berikut data batuan dan unsur yang dikandungnya:

No.	Nama Batuan	Kandungan Unsur
1	Pirit	Belerang
2	Kriolit	Alumunium
3	Siderit	Magnesium
4	Dolomit	Stronsium
5	Mematit	Besi

Pasangan yang tepat antara nama batuan dan kandungan unsurnya adalah...

- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 2 dan 3
 - 3 dan 4
 - 4 dan 5
- Unsur periode ketiga yang bersifat amfoter adalah....
 - Mg
 - Al
 - Cl
 - Ar
 - Si
 - Unsur yang memiliki sifat pengoksidasi paling kuat adalah
 - Cl
 - P
 - Mg
 - Na
 - Si
 - Aluminium, fosfor, magnesium, silikon dan belerang adalah unsur pada periode yang sama dalam tabel periodik, unsur yang memiliki titik didh dan titik leleh tertinggi adalah....
 - Fosfor
 - Aluminium
 - Silikon
 - Magnesium
 - Belerang
 - Jika dibandingkan sifat asam-basa senyawa unsur periode ketiga maka...
 - $Mg(OH)_2$ bersifat basa lebih lemah dari pada $Al(OH)_3$
 - $Si(OH)_4$ bersifat basa lebih kuat daripada $Al(OH)_3$
 - $P(OH)_5$ bersifat asam lebih kuat daripada $S(OH)_6$
 - $Cl(OH)_7$ bersifat asam lebih kuat daripada $S(OH)_6Si(OH)_4$
 - bersifat asam lebih lemah daripada $Al(OH)_3$
 - Nama bijih yang digunakan dalam pembuatan aluminium adalah.....
 - Pirit
 - Seng sulfida
 - Bauksit
 - fosfor
 - iodin

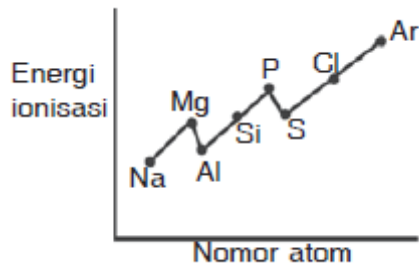
9. Berikut ini adalah proses pengolahan unsur:
- | | |
|------------------|-----------------|
| (1) Deacon | (4) Frasch |
| (2) Hall-Heroult | (5) Goldschmidt |
| (3) Reduksi | |

Pembuatan belerang berlangsung melalui proses nomor ...

- | | |
|--------|--------|
| A. (1) | D. (4) |
| B. (2) | E. (5) |
| C. (3) | |
10. Aluminium banyak digunakan untuk membuat alat-alat rumah tangga karena...
- keras dan berwarna abu-abu
 - tahan terhadap korosi dan ringan
 - dapat diwarnai dengan pigmen
 - bersifat magnetik dan mudah ditempa
 - daya hantar panas baik dan sukar bereaksi

Soal Essay

- Perhatikan kurva energi ionisasi periode ketiga berikut:



- Mengapa harga energi ionisasi Mg dan P lebih besar dari Al dan S? Jelaskan!
- Bagaimanakah kecenderungan keasamaan dan kebasaan unsur periode ketiga? Jelaskan
- Sebutkan kegunaan utama belerang dalam bidang industri!

f. Lembar kerja

Secara berkelompok, buatlah video pengenalan manfaat unsur periode 3 dalam kehidupan sehari-hari.

1. Kegiatan Belajar IV

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Melalui pembelajaran ini, diharapkan peserta didik dapat memahami dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur transisi (periode 4) dengan **sikap penuh religius, ketelitian, tanggung jawab, rasa ingin tahu dan menerima pendapat orang lain**

b. Uraian materi

Unsur periode 4 adalah unsur-unsur kimia pada baris (atau periode) keempat tabel periodik. Tabel periodik disusun berdasarkan baris untuk menggambarkan tren keberulangan (periodik) perilaku kimia unsur-unsur seiring dengan kenaikan nomor atom: baris baru dimulai ketika perilaku kimia mulai berulang, artinya bahwa unsur-unsur dengan perilaku yang sama jatuh pada kolom yang sama. Periode keempat berisi 18 unsur, dimulai dengan kalium dan diakhiri dengan kripton. Sesuai kaidah, unsur-unsur periode 4 mengisi terlebih dahulu kulit 4s, disusul kulit 3d dan 4p, urutannya seperti itu. Namun, terdapat perkecualian, misalnya kromium.

Unsur transisi periode keempat umumnya memiliki elektron valensi pada subkulit 3d yang belum terisi penuh (kecuali unsur Seng (Zn) pada Golongan IIB). Hal ini menyebabkan unsur transisi periode keempat memiliki beberapa sifat khas yang tidak dimiliki oleh unsur-unsur golongan utama, seperti sifat magnetik, warna ion, aktivitas katalitik, serta kemampuan membentuk senyawa kompleks. Unsur transisi periode keempat terdiri dari sepuluh unsur, yaitu Skandium (Sc), Titanium (Ti), Vanadium (V), Kromium (Cr), Mangan (Mn), Besi (Fe), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn).

Sifat-Sifat Unsur Transisi

Unsur-unsur transisi yang terdapat dalam blok *d* adalah unsur-unsur yang memiliki subkulit *d* yang belum terisi penuh. Akibatnya, unsur-unsur transisi memiliki beberapa sifat yang khas, yaitu:

- 1). Semua unsur transisi adalah logam keras dengan titik didih dan titik leleh tinggi.
- 2). Setiap unsur transisi memiliki beberapa bilangan oksidasi, kecuali unsur golongan IIB dan IIIB. Misalnya vanadium, memiliki bilangan oksidasi dari +2 sampai dengan +5.
- 3). Senyawa unsur transisi umumnya berwarna dan bersifat paramagnetik.

a) Sifat fisik unsur transisi periode keempat

Semua unsur-unsure periode ke empat ditemukan di alam dalam bentuk senyawa. Unsure transisi periode keempat mempunyai sifat-sifat khas yang membedakannya dari unsure golongan utama. Sifat-sifat khas unsure transisi berkaitan dengan adanya sub kulit *d* yang terisi penuh.

Tabel 4.1 Sifat Unsur Transisi Periode Keempat

Unsur	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Jari-jari atom (nm)	0,16	0,15	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	1540	1680	1900	1890	1240	1540	1500	1450	1080	420
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	2370	3260	3400	2480	2100	3000	2900	2730	2600	910
Kerapatan (g/cm^3)	3,0	4,5	6,1	7,2	7,4	7,9	8,9	8,9	8,9	7,1
E ionisasi I (kJ/mol)	6,30	660	650	6500	720	760	760	740	750	910
E ionisasi II (kJ/mol)	1240	1310	1410	1590	1510	1560	1640	1750	1960	1700
E ionisasi III (kJ/mol)	2390	2650	2870	2990	3260	2960	3230	3390	3560	3800
E° red M^{2+} (aq)	-	-	-1,2	-0,91	-1,19	-0,44	-0,28	-0,25	+0,34	0,76
E° red M^{3+} (aq)	-2,1	-1,2	-0,-86	-0,74	-0,28	-0,04	+0,44	-	-	-
Kekerasan (skala mohs)	-	-	-	9,0	5,0	4,5	-	-	3,0	2,5

(1). Jari-Jari Atom

Jari-jari atom menentukan sifat-sifat unsur. Pada **Tabel 4.1** tampak bahwa jari-jari atom menurun secara drastis dari skandium (1,44) hingga vanadium (1,22), kemudian berkurang secara perlahan. Penurunan ini akibat dari kenaikan muatan inti yang menarik elektron valensi lebih kuat.

Pada periode yang sama, dari kiri ke kanan jumlah proton bertambah, sedangkan kulit valensi tetap. Akibat bertambahnya jumlah proton, daya tarik muatan inti terhadap elektron valensi bertambah kuat sehingga ukuran atau jari-jari atom semakin kecil.

(2). Titik Didih dan Titik Leleh

Berdasarkan **Tabel 4.1**, kenaikan titik leleh mencapai maksimum pada golongan VB (vanadium) dan VIB (kromium). Hal itu disebabkan oleh kekuatan ikatan antaratom logam, khususnya bergantung pada jumlah elektron yang tidak berpasangan di dalam subkulit *d*. Pada awal periode unsur transisi, terdapat

satu elektron pada orbital d yang tidak berpasangan. Jumlah elektron pada orbital d yang tidak berpasangan meningkat sampai dengan golongan VIB dan VIIB, setelah itu elektron pada orbital d mulai berpasangan sehingga titik didih dan titik leleh turun.

(3). Sifat logam

Semua unsure transisi periode keempat bersifat logam, baik dalam sifat kimia maupun dalam sifat fisis. Harga energy ionisasi yang relative rendah (kecuali seng yang agak tinggi), sehingga, mudah membentuk ion positif. Demikian pula, harga titik didih dan titik lelehnya relative tinggi (kecuali Zn yang membentuk TD dan TL relative rendah). Hal ini disebabkan orbital subkulit d pada unsure transisi banyak orbital yang kosong atau tersisi tidak penuh. Adanya orbital yang kosong memungkinkan atom-atom membentuk ikatan kovalen (tidak permanen) disamping ikatan logam. Orbital subkulit $3d$ pada seng terisi penuh sehingga titik lelehnya rendah. Bandingkan dengan unsure utama yang titik didih dan titik lelehnya juga relative rendah.

(4). Sifat magnet

Adanya electron-electron yang tidak berpasangan pada sub kulit d menyebabkan unsur-unsur transisi bersifat paramagnetic (sedikit ditarik ke dalam medan magnet). Makin banyak electron yang tidak berpasangan, maka makin kuat pula sifat paramagnetiknya. Pada seng dimana orbital pada sub kulit d terisi penuh, maka bersifat diamagnetic (sedikit ditolak keluar medan magnet).

(5). Membentuk senyawa-senyawa berwarna

Senyawa unsure transisi (kecuali scandium dan seng), memberikan bermacam warna baik padatan maupun larutannya. Warna senyawa dari unsure transisi juga berkaitan dengan adanya orbital sub kulit d yang terisi tidak penuh. Peralihan electron yang terjadi pada pengisian subkulit d (sehingga terjadi perubahan bilangan oksidasi) menyebabkan terjadinya warna pada senyawa logam transisi.

Senyawa dari Sc^{3+} dan Ti^{4+} tidak berwarna karena subkulit $3d$ -nya kosong, serta senyawa dari Zn^{2+} tidak berwarna karena subkulit $3d$ -nya terisi penuh, sehingga tidak terjadi peralihan electron.

(6). Mempunyai beberapa tingkat oksidasi

Kecuali Sc dan Zn, unsure-unsur transisi periode keempat mempunyai beberapa tingkat oksidasi. Bilangan oksidasi yang mungkin bergantung pada bilangan oksidasi yang dapat dicapai kestabilannya.

Kestabilan senyawa logam transisi diantaranya bergantung pada jenis atom yang mengikat logam transisi, senyawa berbentuk Kristal atau larutan, PH dalam air. Kestabilan bilangan oksidasi yang tinggi dapat dicapai melalui pembentukan senyawa dengan oksida, fluoride, dan oksofluorida.

Tabel 4.2 Warna senyawa logam transisi dengan berbagai bilangan oksidasi

Unsure	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Sc	-	-	Tb	-	-	-	-
Ti	-	-	Ungu	Tb	-	-	-
V	-	Ungu	Hijau	biru	Merah	-	-
Cr	-	Biru	Hijau	-	-	Jingga	-
Mn	-	Merah muda	Coklat	Coklat tua	Biru	Hijau	Ungu
Fe	-	Hijau	Kuning	-	-	-	-
Co	-	Merah muda	Ungu	-	-	-	-
Ni	-	Hijau	-	-	-	-	-
Cu	Tb	Biru	-	-	-	-	-
Zn	-	Tb	-	-	-	-	-

(7). Banyak di antaranya dapat membentuk ion kompleks

Ion kompleks adalah ion yang terdiri atas atom pusat dan ligan. Biasanya atom pusat merupakan logam transisi yang bersifat elektropositif dan dapat menyediakan orbital kosong sebagai tempat masuknya ligan. Contohnya ion besi (III) membentuk ion kompleks $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

(8). Beberapa diantaranya dapat digunakan sebagai katalisator

Salah satu sifat penting unsure transisi dan senyawanya, yaitu kemampuannya untuk menjadi katalis-katalis reaksi-reaksi dalam tubuh. Di dalam tubuh, terdapat enzim sitokrom oksidase yang berperan dalam mengoksidasi makanan. Enzim ini dapat bekerja bila terdapat ion Cu^{2+} . Beberapa logam transisi atau senyawanya telah digunakan secara komersial sebagai katalis pada proses industry seperti TiCl_3 (Polimerisasi alkena pada pembuatan plastic), V_2O_5 (proses kontak pada pembuatan margarine), dan Cu atau CuO (oksidasi alcohol pada pembuatan formalin).

b) Sifat kimia transisi periode keempat

Sifat kimia unsur transisi periode keempat juga khas.

(1). Tingkat oksidasi

Unsur transisi periode keempat mempunyai beberapa tingkat oksidasi.

Tabel 4.3 tingkat oksidasi unsur transisi periode keempat.

Unsur	tingkat oksidasi	Tingkat oksidasi setabil
Sc	+3	+3
Ti	+2,+3,+4	+4
V	+2,+3,+4,+5	+5
Cr	+2,+3,+4,+5,+6	+3,+6
Mn	+2,+3,+4,+6,+7	+2,+4,+7
Fe	+2,+3	+2,+3
Co	+2,+3	+2,+3
Ni	+2,	+2
Cu	+1,+2	+1,+2
Zn	+2,	+2

(2). Ion Kompleks

Ion kompleks adalah ion yang terbentuk dari suatu kation (biasanya ion logam transisi) yang mengikat beberapa anion dan molekul netral. Selanjutnya, kation disebut ion pusat dan anion atau molekul netral yang berikatan pada ion pusat disebut ligan.

Manfaat Logam Transisi



Skandium (Sc)

- dalam bentuk Sc_2O_3 digunakan untuk membuat lampu berkeamatan tinggi. Skandium iodida yang dicampur ke dalam lampu wap raksasa akan menghasilkan sumber cahaya buatan kecekapan tinggi yang menyerupai cahaya matahari dan membolehkan salinan warna yang baik untuk kamera televisi.
- Isotop radioaktif Sc-46 digunakan dalam peretak pelapis minyak sebagai agen penyurih.
- penggunaan utamanya dari segi isi padu adalah aloi aluminium-skandium untuk industri aeroangkasa dan juga untuk peralatan sukan (basikal, bet besbol, senjata api, dan sebagainya) yang memerlukan bahan berprestasi tinggi. Apabila dicampur dengan aluminium.



Titanium (Ti)

- sebagai badan pesawat terbang dan pesawat supersonik, karena pada temperatur tinggi tidak mengalami perubahan kekuatan (strength).
- sebagai bahan katalis dalam industri polimer polietilen.
- sebagai pigmen putih, bahan pemutih kertas, kaca, keramik, dan kosmetik.
- Karena kerapatan titanium relatif rendah dan kekerasannya tinggi. Logam ini digunakan untuk bahan struktural terutama dalam mesin jet, karena mesin jet memerlukan massa yang ringan tetapi stabil pada suhu tinggi.
- Karena logam titanium tahan terhadap cuaca, sehingga dapat digunakan untuk bahan pembuatan pipa, pompa, dan tabung reaksi dalam industri kimia.



Vanadium (V)

- untuk membuat per mobil dan alat mesin berkecepatan tinggi,
- untuk membuat logam campuran
- Oksida vanadium (V_2O_5) digunakan sebagai katalis dalam pembuatan asam sulfat dengan proses kontak.
- Umumnya digunakan untuk paduan dengan logam lain seperti baja tahan karat dan baja untuk peralatan berat karena sifatnya merupakan logam putih terang, relatif lunak dan liat, tahan terhadap korosif, asam, basa, dan air garam.



Khromium (Cr)

- untuk mengeraskan baja, pembuatan baja tahan karat dan membentuk banyak alloy (logam campuran) yang berguna.
- memberikan warna hijau emerald pada kaca.
- Industri refraktori menggunakan khromit untuk membentuk batu bata, karena khromit memiliki titik cair yang tinggi, pemuaian yang relatif rendah dan kestabilan struktur kristal.
- untuk katalis dan untuk pewarna gelas.
- Campuran kromium (IV) oksida dan asam sulfat pekat menghasilkan larutan pembersih yang dapat digunakan untuk mengeluarkan zat organik yang menempel pada alat-alat laboratorium dengan hasil yang sangat bersih, tetapi larutan ini bersifat karsinogenik (menyebabkan penyakit kanker).



Mangan (Mn)

- untuk panduan logam dan membentuk baja keras yang digunakan untuk mata bor pada pemoran batuan
- Mangan Oksida (sebagai pilorusit) digunakan sebagai depolariser dan sel kering baterai dan untuk menghilangkan warna hijau pada gelas yang disebabkan oleh pengotor besi
- Mangan sendiri memberi warna lembayung pada kaca. Dioksidanya berguna untuk pembuatan oksigen dan klorin, dan dalam pengeringan cat hitam. Senyawa permanganat adalah oksidator yang kuat dan digunakan dalam analisis kuantitatif dan dalam pengobatan
- Mangan merupakan unsur yang penting untuk penggunaan vitamin B

Cara Pembuatan Logam Transisi Periode 4



- untuk membuat baja, stainless steel
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$ digunakan untuk bahan cat seperti cat minyak, cat air, atau cat tembok.
- Fe_2O_3 sebagai bahan cat dikenal nama meni besi, digunakan juga untuk mengkilapkan kaca.
- FeSO_4 digunakan sebagai bahan tinta.

Kobalt (Co)



- untuk paduan logam (baja kobalt) digunakan sebagai bahan magnet permanen.
- Campuran Co, Cr, dan W digunakan untuk peralatan berat dan alat bedah atau operasi.
- Campuran Co, Fe, dan Cr (logam festel) digunakan untuk elemen pemanas listrik.
- Kobalt yang dicampur dengan besi, nikel, dan logam lainnya untuk membuat alnico, alloy dengan kekuatan magnet luar biasa untuk berbagai keperluan.
- Alloy stellite, mengandung kobalt, khromium, dan wolfram, yang bermanfaat untuk peralatan berat, peralatan yang digunakan pada suhu tinggi, maupun peralatan yang digunakan pada kecepatan yang tinggi.
- Garam kobalt digunakan untuk menghasilkan warna biru brilian yang permanen pada porselen, kaca, pot, keramik, dan lapis e-mail gigi

Nikel (Ni)



- Perunggu-nikel digunakan untuk uang logam.
- Perak jerman (paduan Cu, Ni, Zn) digunakan untuk barang perhiasan.
- Logam rasein (paduan Ni, Al, Sn, Ag) untuk barang perhiasan.
- Pembuatan aloi, battery electrode, dan keramik.
- Zat tambahan pada besi tuang dan baja, agar mudah ditempa dan tahan karat.
- Pelapis besi (pernekel).
- Sebagai katalis.

Tembaga (Cu)



- CuSO_4 (terusi) banyak digunakan untuk larutan elektrolit dalam sel elektrokimia, campuran terusi dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan sedikit air dapat digunakan memberantas kutu dan jamur.
- untuk kabel listrik, bahan uang logam, untuk bahan mesin pembangkit tenaga uap dan untuk aloi.

Seng (Zn)



- melapisi logam besi (disebut kaleng)
- sebagai elektroda pada elektroda (katoda) pada sel elektrokimia dan untuk pembuatan paduan logam.
- ZnO digunakan untuk bahan cat untuk memberikan warna putih dan digunakan untuk pembuatan salep seng (ZnO -vaselin).
- digunakan untuk membentuk berbagai campuran logam dengan metal lain. Kuningan, perak nikel, perunggu, perak Jerman, solder lunak dan solder aluminium adalah beberapa contoh campuran logam tersebut.
- Seng dalam jumlah besar digunakan untuk membuat cetakan dalam industri otomotif dan listrik
- digunakan secara luas untuk menyepuh logam-logam lain dengan listrik seperti besi untuk menghindari karatan.
- Seng oksida banyak digunakan dalam pabrik cat, karet, kosmetik, farmasi, alas lantai, plastik, tinta, sabun, baterai, dan tekstil
- Lithopone, campuran seng sulfida dan barium sulfat merupakan pigmen yang penting. Seng sulfida digunakan dalam membuat tombol bercahaya, sinar X, kaca-kaca TV, dan bola-bola lampu fluorescent.
- merupakan unsur penting dalam pertumbuhan manusia dan binatang

1) **Skandium (Sc)**: dibuat dengan elektrolisis cairan ScCl_3 yang dicampurkan dengan klorida-klorida lain.

2) **Titanium (Ti)**: Salah satu metode yang digunakan dalam proses pembuatan titanium adalah Metode Kroll yang banyak menggunakan klor dan karbon. Langkah awal produksi titanium dilakukan dengan mengubah bijih rutil yang mengandung TiO_2 menjadi TiCl_4 , kemudian TiCl_4 direduksi dengan Mg pada temperature tinggi yang bebas oksigen. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :

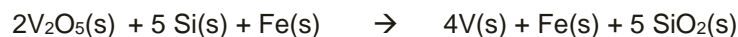


Hasil reaksinya adalah titanium tetraklorida yang kemudian dipisahkan dengan besi triklorida dengan menggunakan proses distilasi. Senyawa titanium tetraklorida, kemudian direduksi oleh magnesium menjadi logam murni. persamaan reaksi yang terjadi :



Udara dikeluarkan agar logam yang dihasilkan tidak dikotori oleh unsur oksigen dan nitrogen. Sisa reaksi adalah antara magnesium dan magnesium diklorida yang kemudian dikeluarkan dari hasil reaksi menggunakan air dan asam klorida sehingga meninggalkan spons titanium. Spon ini akan mencair dibawah tekanan helium atau argon yang pada akhirnya membeku dan membentuk batangan titanium murni.

3) **Vanadium (V)**: frevonadium (logam campuran dengan besi) dihasilkan dari reduksi V_2O_5 dengan campuran silikon (Si) dan besi (Fe), reaksinya:

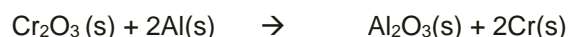


Senyawa SiO_2 ditambah dengan CaO menghasilkan suatu terak yaitu bahan yang dihasilkan selama pemurnian logam. Reaksinya sebagai berikut :



Kemudian ferrovanadium dipisahkan dengan CaSiO_3 .

4) **Krom (Cr)**: logam krom dibuat menurut proses goldschmidt dengan jalan mereduksi Cr_2O_3 dengan logam aluminium. Reaksinya:



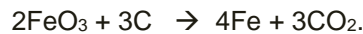
Untuk menambah pengetahuan tentang proses pembuatan titanium dapat dipelajari juga melalui vidio pada link beirkut :
<https://youtu.be/xb-Yb3gr3Wl>

- 5) **Mangan (Mn):** pembuatan feromangan dilakukan dengan mereduksi MnO_2 dengan campuran besi oksida dan karbon. Reaksinya: $MnO_2 + Fe_2O_3 + 5C \rightarrow Mn + 2Fe + 5CO$
- 6) **Besi (Fe):** proses pengolahan bijih besi untuk menghasilkan logam besi dilakukan dalam tanur tinggi. Prinsip kerjanya dengan mereduksi oksida besi dengan gas karbon monoksida.



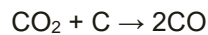
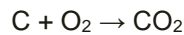
Ada 2 tahap untuk pembuatan jenis- jenis

besi, yaitu peleburan yang bertujuan untuk mereduksi biji besi sehingga menjadi besi dan peleburan ulang yang berguna dalam pembuatan jenis - jenis baja. Peleburan besi dilakukan dalam suatu tanur tiup (blast furnace). Tanur tiup adalah suatu bangunan yang tingginya sekitar 30 meter dan punya diameter sekitar 8 meter yang terbuat dari baja tahan karat yang dilapisi dengan bata tahan panas. Zat reduksi yang digunakan adalah karbon dengan prinsip reaksi:



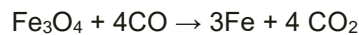
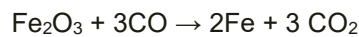
- a). Reaksi pembakaran.

Udara yang panas dihembuskan , membakar karbon terjadi gas CO_2 dan panas. Gas CO_2 yang naik C menjadi gas CO.



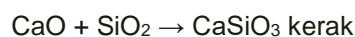
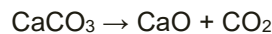
- b). Proses reduksi

Gas CO mereduksi bijih.

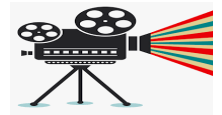


Besi yang terjadi bersatu dengan C, kemudian meleleh karena suhu tinggi (1.500°C)

- c). Reaksi pembentukan kerak



Karena suhu yang tinggi baik besi maupun kerak mencair. Besi cair berada di bawah. Kemudian dikeluarkan melalui lubang bawah, diperoleh besi kasar dengan kadar C hingga 4,5%. Disamping C mengandung sedikit S, P, Si dan Mn. Besi kasar yang diperoleh keras tetapi sangat rapuh lalu diproses lagi untuk membuat baja dengan kadar C sebagai berikut : baja ringan kadar C : 0,05 – 0,2 %



Untuk menambah pengetahuan tentang proses penambangan besi dan pembuatan pelet besi dapat dipelajari juga melalui vidio pada link beirkut : <https://youtu.be/yQnRR3eHQOA>

baja medium kadar C : 0,2 – 0,7 %

baja keras kadar C : 0,7 – 1,6 %

d). Proses Pembuatan Baja

Dibuat dari besi kasar dengan prinsip mengurangi kadar C dan unsur-unsur campuran yang lain. Ada 3 cara :

➤ Proses Bessemer

Besi kasar dibakar dalam alat convertor Bessemer. Dari lubang-lubang bawah dihembuskan udara panas sehingga C dan unsur-unsur lain terbakar dan keluar gas. Setelah beberapa waktu kira-kira ¼ jam dihentikan lalu dituang dan dicetak.

➤ Open-hearth process

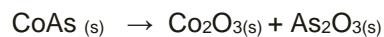
Besi kasar, besi tua dan bijih dibakar dalam alat open-hearth. Oksida-oksida besi (besi tua, bijih) bereaksi dengan C dan unsur-unsur lain Si, P, Mn terjadi besi dan oksida-oksida SiO₂, P₂O₅, MnO₂ dan CO₂. dengan demikian kadar C berkurang.

➤ Dengan dapur listrik

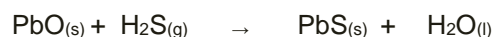
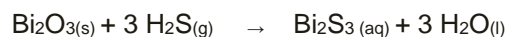
Untuk memperoleh baja yang baik, maka pemanasan dilakukan dalam dapur listrik. Hingga pembakaran dapat dikontrol sehingga terjadi besi dengan kadar C yang tertentu.

7) **Kobalt (Co):** Kobalt di alam diperoleh sebagai biji smaltit (CoAs₂) dan kobaltit (CoAsS) yang biasanya berasosiasi dengan Ni dan Cu. Untuk pengolahan biji kobalt dilakukan sebagai berikut :

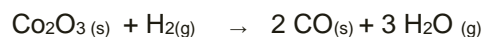
➤ Pemanggangan :



Zat-zat lain seperti Bi₂O₃ dan PbO diendapkan dengan gas H₂S

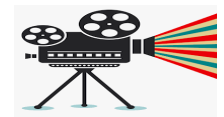


Pada penambahan CoCO₃ (s) dengan pemanasan akan diendapkan As dan Fe sebagai karbonat. Dengan penyaringan akan diperoleh CoCl₃. Tambahan zat pencuci mengubah CoCl₃ menjadi Co₂O₃. Selanjutnya CoCO₃ direduksi dengan gas hydrogen, menurut reaksi :



Penggunaan kobalt antara lain sebagai aloi, seperti alnico, yaitu campuran Al, Ni, dan Co.

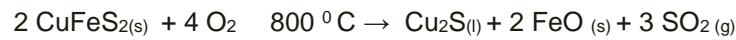
8) **Tembaga (Cu):** proses pengolahan tembaga diawali dengan pemanggangan **kalkopirit** (CuFeS₂) atau bijih tembaga lain. Pada umumnya bijih tembaga mengandung 0,5 % Cu, karena itu diperlukan pemekatan biji tembaga. Reaksi proses pengolahannya adalah :



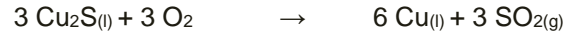
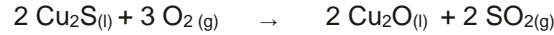
Untuk menambah pengetahuan tentang proses pembuatan cobalt dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut : <https://youtu.be/yvWKeYOdWbo>



Untuk menambah pengetahuan tentang proses pembuatan serbuk tembaga dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut : <https://youtu.be/7ar>



Cu₂S dan kerak FeSiO₃ (l) dioksidasi dengan udara panas, dengan reaksi sebagai berikut:



Pada reaksi oksidasi tersebut diperoleh 98% - 99% tembaga tidak murni. Tembaga tidak murni ini disebut *tembaga blister* atau tembaga lepuh. Tembaga blister adalah tembaga yang mengandung gelembung gas SO₂ bebas.

Untuk memperoleh kemurnian Cu yang lebih tinggi, tembaga blister dielektrolisis dengan elektrolit CuSO₄ (aq). Pada elektrolisis, sebagai electrode negatif (katode) adalah tembaga murni dan sebagai electrode positif (anode) adalah tembaga blister. Proses pembuatan tembaga dan pengolahan tembaga dapat dilihat pada video dengan link : <https://youtu.be/apKmfVWn9bE> dan <https://youtu.be/jx0B8x0Res0>

- 9) **Pengolahan Unsur Nikel** : Proses pengolahan biji nikel dilakukan untuk menghasilkan nikel matte yaitu produk dengan kadar nikel di atas 75 persen. Tahap-tahap utama dalam proses pengolahan adalah sebagai berikut:

- **Pengeringan** di Tanur Peninger bertujuan untuk menurunkan kadar air bijih laterit yang dipasok dari bagian Tambang dan memisahkan bijih yang berukuran 25 mm.
- **Kalsinasi dan Reduksi** di Tanur untuk menghilangkan kandungan air di dalam bijih, mereduksi sebagian nikel oksida menjadi nikel logam, dan sulfidasi. Proses tersebut dapat dilihat pula melalui video pada link : <https://youtu.be/CwrxXLVcW0s>
- **Peleburan** di Tanur Listrik untuk melebur kalsin hasil kalsinasi/reduksi sehingga terbentuk fasa lelehan matte dan terak
- **Pengkayaan** di Tanur Pemurni untuk menaikkan kadar Ni di dalam matte dari sekitar 27 persen menjadi di atas 75 persen.
- **Granulasi dan Pengemasan** untuk mengubah bentuk matte dari logam cair menjadi butiran-butiran yang siap diekspor setelah dikeringkan dan dikemas.

- 10) **Seng (Zn)**: Logam seng telah diproduksi dalam abat ke-13 di Indina dengan mereduksi *calamine* dengan bahan-bahan organik seperti kapas. Logam ini ditemukan kembali di Eropa oleh Marggraf di tahun 1746, yang menunjukkan bahwa unsur ini dapat dibuat dengan cara mereduksi *calamine* dengan arang. Biji-bijih seng yang utama adalah *sphalerita* (sulfida), *smithsonite* (karbonat), *calamine* (silikat) dan *franklinite* (*zine, manganese*, besi oksida). Satu metoda dalam mengambil unsur ini dari bijihnya adalah dengan cara memanggang bijih seng untuk membentuk oksida dan mereduksi oksidanya dengan arang atau karbon yang dilanjutkan dengan proses distilasi.

Untuk menambah pengetahuan tentang proses pengolahan nikel dapat dipelajari juga melalui video pada link berikut : <https://youtu.be/Lw8HgMr0Ba0> atau <https://youtu.be/QlYbChOvMbl>

c. Rangkuman

1. Logam-logam transisi adalah logam-logam yang terletak pada bagian tengah tabel periodik unsur yaitu antara unsur-unsur golongan IIA dan IIIA. Logam-logam transisi memiliki sifat sebagai berikut :
 - a. Semua merupakan logam.
 - b. Dibandingkan dengan logam-logam bukan transisi, kebanyakan logam transisi lebih keras, lebih rapuh, serta memiliki titik leleh, titik didih, dan panas penguapan yang lebih tinggi.
 - c. Ion-ion dan senyawa-senyawa logam transisi umumnya berwarna
 - d. Membentuk senyawa atau ion kompleks
 - e. Kebanyakan memiliki lebih dari satu bilangan oksidasi
 - f. Berdifat paramagnetik, kecuali Zn
 - g. Kebanyakan logam dan senyawa-senyawanya berperan sebagai katalis yang efektif
2. Senyawa kompleks adalah senyawa yang mengandung ion kompleks dan ion lawan (*counter ion*). Ion kompleks adalah ion yang mengandung ion logam pusat dan ligan. Antara ion logam pusat dengan ligan terjadi ikatan ovalen koordinasi.
3. Penulisan senyawa kompleks mengikuti tiga aturan :
 - a. Kation ditulis sebelum anion
 - b. Muatan kation dinetralkan dengan muatan anion
 - c. Untuk ion kompleks, ligan netral ditulis sebelum ligan anion dan rumus ion kompleks ditulis dalam tanda kurung.

d. Tugas

Perhatikan sifat-sifat unsur periode empat pada Tabel berikut.

Sifat Unsur	Lambang Unsur									
	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Nomor atom	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Jari-jari atom (Å)	1,44	1,32	1,22	1,18	1,17	1,17	1,16	1,15	1,17	1,25
Jari-jari ion M^{2+}	-	1,00	0,93	0,87	0,81	0,75	0,79	0,83	0,87	0,88
(Å) Titik leleh (°C)	1541	1660	1890	1857	1244	1235	1495	1453	1083	420
Titik didih (°C)	2831	3287	3380	2672	1962	1750	2870	2732	2567	907

Dengan memperhatikan Tabel di atas, jawablah beberapa pertanyaan berikut.

1. Mengapa jari-jari atom dari Sc sampai Ni cenderung semakin kecil?
2. Jelaskan hubungan antara jari-jari atom dengan energi ionisasi?
3. Mengapa jari-jari atom lebih besar dari jari-jari ion?
4. Berdasarkan konfigurasi elektron pada soal nomor 4, jelaskan kaitan antara jumlah elektron pada subkulit d dengan titik leleh dan titik didih!

e. Tes formatif

1. Beberapa sifat unsur sebagai berikut:
 - 1) Titik didih tinggi
 - 2) Titik lebur rendah
 - 3) Dapat membentuk senyawa kompleks
 - 4) Diamagnetik
 - 5) Paramagnetik
 Sifat unsur transisi periode 4 ditunjukkan oleh
 - a. 1,2,3
 - b. 1,3,5
 - c. 2,3,4
 - d. 2,3,5
 - e. 3,4,5
2. Sifat-sifat unsur sebagai berikut.
 - 1) Memiliki beberapa bilangan oksidasi
 - 2) Pada suhu kamar, berbentuk gas
 - 3) Membentuk senyawa berwarna
 - 4) Sukar bereaksi (inert)
 - 5) Memiliki energi ionisasi rendah
 Sifat-sifat unsur transisi di tunjukkan oleh nomor ...
 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 4
 - d. 3 dan 5
 - e. 4 dan 5

3. Unsur transisi periode 4 memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi karena, kecuali
 - a. Rapatannya tinggi
 - b. Jari-jari atom unsur yang relatif pendek
 - c. Tingkat kepadatan antara atom-atom logam sangat tinggi
 - d. Ikatan antar logam sangat kuat
 - e. Jari-jari atom unsur yang relatif panjang
4. Senyawa-senyawa unsur pada umumnya berwarna. Hal ini disebabkan oleh
 - a. Banyak dan jenis ion atau molekul lain yang terikat pada atom pusat
 - b. Bersifat paramagnetik
 - c. Elektronnya dalam keadaan berpasangan
 - d. Pengisian orbital d -nya
 - e. Bersifat diamagnetik
5. Logam golongan transisi terbagi menjadi beberapa sifat magnetik sesuai dengan jumlah elektron tidak berpasangan di orbital d yang dimilikinya. Pernyataan yang benar mengenai sifat tersebut adalah...
 - a. Logam transisi yang semua elektronnya berpasangan bersifat paramagnetik
 - b. Logam transisi bersifat diamagnetik karena mempunyai elektron tidak berpasangan
 - c. Sifat diamagnetik unsur logam transisi semakin besar seiring jumlah elektron tidak berpasangan
 - d. Semakin banyak elektron tidak berpasangan, sifat kemagnetan unsur logam transisi meningkat
 - e. Logam-logam unsur transisi bersifat feromagnetik akibat tidak mempunyai elektron tidak berpasangan
6. Dibawah ini yang termasuk macam-macam ligan adalah ...
 - a. Ligan monodentat
 - b. Ligan okso
 - c. Ligan nitrat
 - d. Ligan siano
 - e. Ligan okasalat
7. Jumlah ligan dan bilangan koordinasi ion pusat yang benar dari senyawa kompleks $[\text{Cu}(\text{I})_4]^{2-}$ adalah ...
 - a. 2,4
 - b. 2,3
 - c. 3,3
 - d. 4,4
 - e. 3,4
8. Muatan ion kompleks dari senyawa kompleks $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
9. Nama senyawa kompleks $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ adalah
 - a. Ion heksaminabesi (III)
 - b. Ion amina besi (III)
 - c. Ion heksamina besi
 - d. Ion heksamina besi (II)
 - e. Ion amina besi (II)

10. Nama senyawa kompleks $[Ag(CN)_2]^-$ adalah....
- Ion sianoargentat (I)
 - Ion disianoargentat (I)
 - Ion disianida argentat
 - Ion Trisianoargentat
 - Ion disianidaargentum (I)
11. Ligan berikut yang tidak termasuk ligan kuat adalah
- NO_2
 - NH_3
 - OH^-
 - CN^-
 - H_2O
12. Ion kompleks berikut yang namanya tidak tepat adalah
- $[Ni(CN)_4]^{2-}$: ion tetrasianonikelat(II)
 - $[Ag(NH_3)_2]^+$: ion diaminaperak(I)
 - $[Co(H_2O)_6]^{3+}$: ion heksaaquokobalt(III)
 - $[Pt(Cl)_6]^{2-}$: ion heksakloroplatinat(IV)
 - $[Co(NH_3)4Cl_2]^+$: ion diklorotetraminakobalt(III)
13. Perhatikan beberapa pernyataan berikut
- Bahan katalis dalam industri polimer polietilen
 - Pengganti atau penyambung lutut yang patah
 - Pembuatan stainless steel peralatan rumah tangga
 - Badan pesawat terbang dan pesawat supersonik
 - Bahan untuk pembuatan baja
- Yang termasuk kegunaan titanium adalah...
- 1,2,3
 - 1,2,4
 - 1,4,5
 - 2,3,4
 - 2,3,5
14. Penggunaan Titanium semakin meningkat seiring perkembangan zaman. Titanium dibuat dari ...
- Ilmenit
 - Bijih rutil
 - Ferokrom
 - Aloi
 - Baja

15. Tabel berikut berisi data nama unsur serta proses pegolahannya.

No	Unsur	Nama Proses
1	Titanium	Kontak
2	Kromium	Goldschmidt
3	Besi	Tanur tiup
4	Tembaga	Hall-heroult

Pasangan data yang keduanya berhubungan dengan tepat di tunjukkan oleh nomor ...

- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 2 dan 3
- 2 dan 4
- 3 dan 4

16. Pada proses tanur sembur, bijih besi harus dicampur dengan kapur. Fungsi kapur pada proses ini adalah
 - a. mengikat SiO_2
 - b. mengikat oksigen
 - c. mengikat kelebihan karbon
 - d. menambah ion kalsium
 - e. menghasilkan besi dengan kemurnian tinggi
17. Prinsip pembuatan baja dari besi tuang adalah dengan cara
 - a. meningkatkan kadar karbon
 - b. menurunkan kadar karbon
 - c. meningkatkan kadar timah
 - d. menurunkan kadar timah
 - e. meningkatkan kadar seng
18. Urutan yang tepat pada proses pengolahan tembaga dari bijih tembaga adalah
 - a. elektrolisis-reduksi-pemekatan-pemanggangan
 - b. reduksi-elektrolisis-pemanggangan-pemekatan
 - c. pemekatan-pemanggangan-reduksi-elektrolisis
 - d. pemanggangan-reduksi-pemekatan-elektrolisis
 - e. reduksi-pemanggangan-elektrolisis-pemekatan
19. Pada pengolahan bijih titanium menjadi titanium oksida murni umumnya diolah melalui pembentukan titanium klorida sebab
 - a. mudah dioksidasi
 - b. dapat dielektrolisis
 - c. titik didihnya rendah
 - d. mudah dimurnikan dengan air
 - e. hasilnya sangat murni
20. Kuningan adalah paduan logam antara tembaga dengan
 - a. emas
 - b. perak
 - c. seng
 - d. timah
 - e. timbal

h. Lembar kerja

Secara berkelompok, buatlah disain teta-teki silang dengan jumlah soal 30 (15 mendatar dan 15 menurun) mengenai materi Logam transisi periode 4 disertai dengan kunci jawaban dilembar terpisah.

Sumber:

1. Peserta didik mampu mempelajari materi yang diberikan guru dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar alternatif sebagai berikut:
 - a. Buku paket Kimia kelas XII
 - b. Power point dengan link : https://bit.ly/PPT_KIMIA_KELAS_XII
 - c. Video Pembelajaran (Youtube) dengan link sbb:
 - <https://youtu.be/OK1oAat8f04> (satuan konsentrasi larutan)
 - https://youtu.be/29_HTTZkUZw (penurunan tekanan uap)
 - <https://youtu.be/q1SoT6VAhgg> (kenaikan titik didih larutan)
 - <https://youtu.be/lzKUfMSDSyQ> (penurunan titik beku larutan)
 - <https://youtu.be/q1SoT6VAhgg> (tekanan osmotik larutan)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=-6npaCzUd3Q> (biloks)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=H6IJG2WoXh0> (suasana asam)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Q9qVjnBECXw> (suasana basa)
2. Peserta didik mencoba mengerjakan latihan soal pada materi melalui alternatif materi latihan sebagai berikut: https://bit.ly/LK_REDOKS
3. Peserta didik dapat mengikuti kegiatan pembahasan latihan soal melalui grup daring (Zoom, Webex, G-Meet, dll).
<http://www.ilmukimia.org/2013/04/elektrolisis.html>
<https://esdikimia.wordpress.com/2011/09/28/sel-elektrolisis/>

Kunci Jawaban dan Pembahasan

Bab 1. Sifat Koligatif Larutan

A. Latihan soal 1.1

$$a) X_t = \frac{n_t}{n_p + n_t} = \frac{0,1}{0,1 + 3,33} = \frac{0,1}{3,43} = 0,023$$

$$X_p = 1 - 0,023 = 0,97$$

b) Massa zat terlarut = 10 gram, massa zat pelarut = 90 gram

$$m = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{p} = \frac{10}{46} \times \frac{1000}{90} = 2,41$$

$$c) m = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{p}$$

$$1 = \frac{x}{40} \times \frac{1000}{500}, x = 20 \text{ gram}$$

B. Latihan Soal 1.2

$$1) \Delta P = X_t \cdot P^0 = 0,044 \cdot 31,8 = 1,40 \text{ atm}$$

$$2) n_t = \frac{6,4}{1,28} = 0,05 \text{ mol}; \quad n_p = \frac{93,6}{18} = 5,2 \text{ mol}$$

$$P = X_p \cdot P^0$$

$$P = \frac{n_p}{n_p + n_t} \cdot P^0 = \frac{5,2}{5,2 + 0,05} \times 75 = 0,99 \times 75 = 74,28 \text{ atm}$$

C. Latihan soal 1.3

$$1) \Delta T_b = m \cdot kb$$

$$\Delta T_b = \frac{g}{Mr} \cdot \frac{1000}{p} \cdot Kb = \frac{27}{180} \cdot \frac{1000}{600} \cdot 0,52 = 0,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100 + 0,13 = 100,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2) \frac{\Delta T_f}{\Delta T_b} = \frac{m \cdot K_f}{m \cdot Kb}$$

$$\frac{0,371}{\Delta T_b} = \frac{1,86}{0,52}; \quad \Delta T_b = 0,104 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D. Latihan soal 1.4

$$1) \Delta T_f = m \cdot K_f$$

$$0,74 = \frac{x}{342} \cdot \frac{1000}{250} \cdot 1,86; \quad x = 0,34 \text{ gram}$$

$$2) \Delta T_f = m \cdot K_f$$

$$\Delta T_f = \frac{12}{60} \cdot \frac{1000}{250} \cdot 1,86; \quad \Delta T_f = 1,488 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_f = 0 - 1,488 = -1,488 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E. Latihan soal 1.5

$$1) \pi = M R T = \frac{7,2}{180} \cdot \frac{1000}{400} \cdot 0,082 \cdot 300 = 2,46 \text{ atm}$$

$$2) \pi = M R T$$

$$7,65 = \frac{x}{180} \cdot \frac{1000}{2000} \cdot 0,082 \cdot 410 = 0,082 \text{ gram}$$

F. Latihan soal 1.6

1) $\Delta T_b = m \cdot kb \cdot i$

$$1,04 = \frac{x}{36,5} \cdot \frac{1000}{1000} \cdot 0,52 \cdot (1+(2-1) \cdot 0,8)$$

$$x = \frac{37,96}{0,52} \cdot (1 + 0,8) = 131,4 \text{ gram}$$

2) $\Delta T_b = m \cdot kb \cdot i$

$$1,55 = 0,05 \cdot \frac{1000}{1000} \cdot 1,86 \cdot i$$

$$i = 1,67 \rightarrow i = 1 + (n-1) \alpha$$

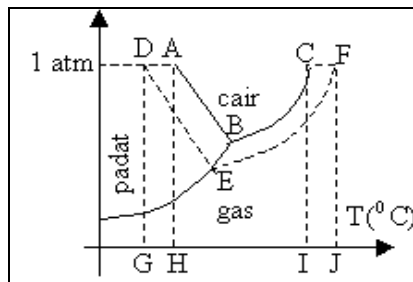
$$1,67 = 1 + \alpha, \alpha = 0,67$$

3) $\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{M.R.T}{M.R.T.i}$

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{M}{M.i} = \frac{\frac{6}{60} \cdot x \cdot \frac{1000}{500}}{\frac{5,85}{58,5} \cdot x \cdot \frac{1000}{250} \cdot 2} = \frac{0,1 \cdot 2}{0,1 \cdot 4 \cdot 2} = \frac{1}{4}$$

G. Tes Formatif

1) Jawaban: B



A – B : garis beku pelarut
D – E : garis beku larutan
B – C : garis didih pelarut
E – F : garis didih larutan
G – H : penurunan titik beku
I – J : kenaikan titik didih

2) Jawaban: D

1,3, dan 5 merupakan penerapan penurunan titik beku larutan

3) Jawaban: E

$$P = X_p \cdot P^\circ$$

A. $P = 3/6 \cdot P^\circ$

D. $P = 4/6 \cdot P^\circ$

B. $P = 2/6 \cdot P^\circ$

E. $P = 1/6 \cdot P^\circ$

C. $P = 5/6 \cdot P^\circ$

4) Jawaban: D

$$\Delta P = X_t \cdot P^\circ$$

$$4 = \frac{\frac{124}{Mr X}}{\frac{684}{18} + \frac{124}{Mr X}} \cdot 80 \rightarrow 4 \cdot 38 = \frac{9920}{Mr X}, Mr X = 65$$

5) Jawaban: A

$$P = X_p \cdot P^\circ$$

$$P = \frac{30}{30 + 0,05} \cdot 45 \rightarrow P = 44,70 \text{ atm}$$

6) Jawaban: A

$$\Delta T_b = m \cdot k_b$$

$$0,052 = \frac{3,6}{180} \times \frac{1000}{100} \times K_b ; \quad \rightarrow K_b = 0,52$$

7) Jawaban: D

$$\Delta T_b = m \cdot k_b \cdot i$$

$$4,86 = 1 \cdot 1,86 (1 + (3-1) \alpha)$$

$$2,80 = 1 + 2 \alpha \quad \rightarrow \alpha = 0,90$$

8) Jawaban: B

$$\Delta T_b = m \cdot k_b \cdot i$$

$$\Delta T_b = \frac{13,35}{133,5} \times \frac{1000}{500} \times 0,52 \times (1 + (4-1) \times 0,8); \quad \rightarrow \Delta T_b = 0,354 \text{ } ^\circ\text{C}$$

9) Jawaban : D

- ion) A. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ (2 ion) D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ (5 ion)
 B. $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ (3 ion) E. $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ (2 ion)
 C. $\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^-$ (4 ion)

10) Jawaban: E

larutan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ merupakan nonelektrolit titik beku sedangkan larutan NaCl merupakan larutan elektrolit yang akan terurai menjadi ion-ion.

11) Jawaban: D

$$\Delta T_f = m \cdot K_f$$

$$\Delta T_f = \frac{6,4}{128} \times \frac{1000}{100} \times 5,1 = 2,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 5,46 - 2,55 = 2,91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

12) Jawaban: E

$$\Delta T_f = m \cdot K_f$$

$$\Delta T_f = (n_1 \cdot i + n_2) \times \frac{1000}{500} \times K_f$$

$$1,86 = \left(\frac{11,7}{36,5} \times 2 + \frac{34,2}{Mr X} \right) \times \frac{1000}{500} \times 1,86$$

$$Mr X = 342$$

13) Jawaban: D

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

$$9,84 = \frac{x}{58,5} \times \frac{1000}{1000} \times 0,082 \times 300 \times 2$$

$$X = 11,7 \text{ gram}$$

14) Jawaban: A

$$\pi_1 = \pi_2$$

$$M.R.T = M.R.T.i$$

$$\frac{x}{342} \times \frac{1000}{750} = \frac{10,4}{208} \times \frac{1000}{250} \times 3$$

$$\frac{1,33x}{342} = 0,6 \quad \longrightarrow \quad x = 154,3 \text{ gram}$$

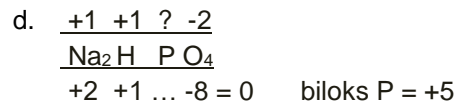
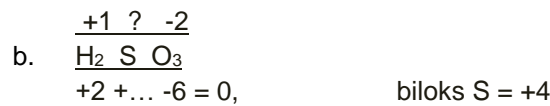
15) Jawaban: C

Titik beku larutan A lebih tinggi daripada larutan B karena jumlah partikel lebih sedikit.

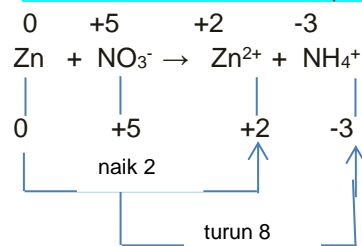
Bab 2. Reaksi Redoks dan Elektrokimia

A. Jawaban Tes Formatif 2

1. Bilangan Oksidasi:



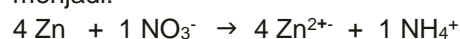
2. $\text{Zn} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{NH}_4^+$ (asam)



Jumlah atom yang mengalami perubahan biloks Zn dan N sama

Zn mengalami perubahan biloks 2 dan N mengalami perubahan biloks 8 (supaya perubahannya sama maka Zn dikalikan 4 dan N dikalikan 1).

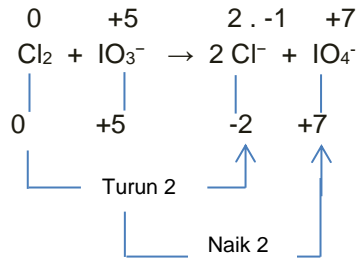
Untuk menyamakan perubahannya, angka 1 dituliskan di depan NO_3^- dan NH_3 sedangkan angka 4 dituliskan di depan Zn dan Zn^{2+} menjadi:



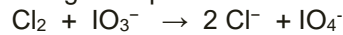
Jumlah muatan di ruas kiri -1 dan jumlah muatan di ruas kanan +9. Untuk susana asam diruas kiri ditambah 10 H^+ . Ruas kiri ditambah 3 H_2O sehingga jumlah atom H di ruas kiri dan kanan sama yaitu 12 menjadi:



3. $\text{Cl}_2 + \text{IO}_3^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{IO}_4^-$ (basa)

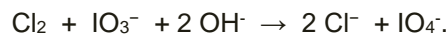


Jumlah atom yang mengalami perubahan biloks Cl x2 dan I sudah sama. Cl mengalami perubahan biloks 2 dan I mengalami perubahan biloks 2 (sama)

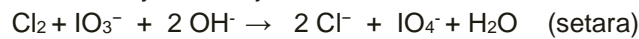


Jumlah muatan di ruas kiri -1 dan jumlah muatan di ruas kanan -3.

Untuk suasana basa di ruas kiri ditambah 2 OH⁻ menjadi



Untuk menyamakan jumlah atom O di ruas kanan ditambah H₂O menjadi:

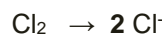


4. $\text{SeO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SeO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ (basa)

½ Reaksi oksidasi: $\text{SeO}_3^{2-} \rightarrow \text{SeO}_4^{2-}$

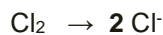
½ Reaksi reduksi: $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}^-$

➤ $\text{SeO}_3^{2-} \rightarrow \text{SeO}_4^{2-}$



(kanan lebih 1 atom O maka ditambah 1 H₂O dan kiri kurang 2 atom H maka ditambah 2 OH⁻)

➤ $\text{SeO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SeO}_4^{2-} + 1 \text{H}_2\text{O}$



½ Reaksi oksidasi: $\text{SeO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Jumlah muatan kiri -4 dan kanan -2, tambahkan 2e di ruas kanan

➤ $\text{SeO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e$

½ Reaksi reduksi: $\text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}^-$

Jumlah muatan kiri 0 dan kanan -2, tambahkan 2e di ruas kiri

➤ $\text{Cl}_2 + 2e \rightarrow 2 \text{Cl}^-$

Jumlahkan kedua ½ reaksi :

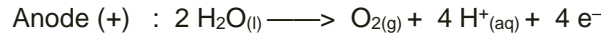


Jawaban Percobaan dari kegiatan III

Tabung reaksi no.	Keadaan setelah beberapa hari	Faktor penyebab korosi
1	terjadi korosi	ada O ₂ dan air
2	tidak terjadi korosi	ada O ₂ tanpa air
3	tidak terjadi korosi	ada air tanpa O ₂
4	tidak terjadi korosi	tidak ada O ₂ dan air
5	terjadi korosi	ada O ₂ , Air, garam
6	terjadi korosi	ada O ₂ , Air, asam

B. Tes Formatif 3

1. Reaksi elektrolisis larutan AgNO_3 dengan elektrode inert adalah sebagai berikut:



Gas O_2 terbentuk di **anode**. Mol gas O_2 yang terbentuk sama dengan $5,6 \text{ L} / 22,4 \text{ L} = \frac{1}{4} \text{ mol O}_2$

Berdasarkan persamaan reaksi di **anode**, untuk menghasilkan $\frac{1}{4} \text{ mol}$ gas O_2 , maka jumlah mol elektron yang terlibat adalah sebesar $4 \times \frac{1}{4} = 1 \text{ mol}$ elektron.

$$1 \text{ mol elektron} = 1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ C}$$

Jadi, jumlah listrik yang terlibat adalah sebesar 96500 C

2. Reaksi elektrolisis lelehan NaF adalah sebagai berikut :



Gas F_2 terbentuk di **anoda**. Mol gas F_2 yang terbentuk adalah sebesar $15 \text{ L} / 25 \text{ L} = 0,6 \text{ mol F}_2$

Berdasarkan persamaan reaksi di **anoda**, untuk menghasilkan $0,6 \text{ mol}$ gas F_2 , akan melibatkan mol elektron sebanyak $2 \times 0,6 = 1,2 \text{ mol electron} = 1,2 \text{ Faraday}$

Waktu yang diperlukan dapat dihitung melalui persamaan berikut :

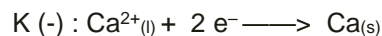
$$\text{Faraday} = (\text{Ampere} \times \text{Detik}) / 96500$$

$$1,2 = (10 \times t) / 96500$$

$$t = 11850 \text{ detik} = 3,22 \text{ jam}$$

Jadi, diperlukan waktu selama $3,22 \text{ jam}$ untuk menghasilkan 15 L gas fluorin

3. Reaksi elektrolisis lelehan CaCl_2 adalah sebagai berikut :



Mol elektron yang terlibat dalam reaksi ini dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Faraday} = (\text{Ampere} \times \text{Detik}) / 96500$$

$$\text{Faraday} = (0,452 \times 1,5 \times 3600) / 96500 \text{ mol elektron}$$

Berdasarkan persamaan reaksi di **katoda**, mol Ca yang dihasilkan adalah setengah dari mol elektron yang terlibat. Dengan demikian, massa Ca yang dihasilkan adalah :

$$\text{Massa Ca} = \text{mol Ca} \times \text{Ar Ca}$$

$$\text{Massa Ca} = \frac{1}{2} \times (0,452 \times 1,5 \times 3600) / 96500 \times 40 = 0,506 \text{ gram Ca}$$

Berdasarkan persamaan reaksi di **anoda**, mol gas Cl_2 yang dihasilkan adalah setengah dari mol elektron yang terlibat. Dengan demikian, volume gas Cl_2 (STP) yang dihasilkan adalah :

$$\text{Volume gas Cl}_2 = \text{mol Cl}_2 \times 22,4 \text{ L}$$

$$\text{Volume gas Cl}_2 = \frac{1}{2} \times (0,452 \times 1,5 \times 3600) / 96500 \times 22,4 \text{ L} = 0,283 \text{ L}$$

Jadi, produk yang dihasilkan di katoda adalah $0,506 \text{ gram}$ endapan Ca dan produk yang dihasilkan di anoda adalah $0,283 \text{ L}$ gas

Bab 3. Kimia Unsur**A. Tes Formatif Unsur Halogen dan Gas Mulia**

Jika jawaban benar maka diberi nilai 1 jika jawaban salah maka diberi nilai 0 (Skor total 10)

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

B. Tes Formatif Unsur Alkali dan Alkalitanah

1. Rubidium dianggap sebagai elemen ke-16 yang paling banyak ditemukan di kerak bumi. Rubidium ada di pollucite, leucite dan zinnwaldite, yang terkandung sekitar 1% dan dalam bentuk oksida. Ia ditemukan di lepidolite sebanyak 1.5% dan diproduksi secara komersil dari bahan ini
2. Di antara unsur-unsur golongan alkali tanah, Mg dan Ca yang terbanyak terdapat di kerak bumi.

Magnesium

Sebagai senyawa $MgCl_2$ di air laut dan deposit garam. Ada juga dalam senyawa karbonat dalam mineral magnesit ($MgCO_3$) dan dolomit ($MgCa(CO_3)_2$), serta dalam senyawa epsomit sulfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

Calcium

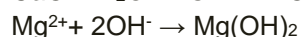
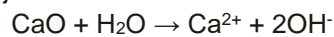
Dalam senyawa karbonat, fosfat, sulfat, dan fluorida. Senyawa karbonat $CaCO_3$ terdapat dalam kapur, batu kapur, dan marmer

3. Energi tertentu nyala api diserap oleh elektron-elektron dalam atom logam hingga terjadi eksitasi dan kembalinya elektron ke peringkat dasar membebaskan energi nyala yang khas sesuai dengan energi transisi elektronik
4. Unsur yang lebih reaktif ketika direaksikan dengan air adalah Cesium (Cs). Hal ini disebabkan oleh jari-jari atom unsur Cesium lebih besar bila dibandingkan dengan Rubidium.

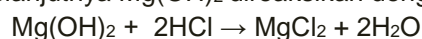
Jari-jari atom yang besar menyebabkan tarik-menarik antara inti dan elektron semakin lemah.

Lemahnya gaya tarik ini, menyebabkan atom logam alkali semakin mudah melepaskan elektron valensinya untuk membentuk ion. Akibatnya, Cesium lebih reaktif. (Kata kunci: Jari-jari atom).

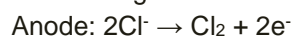
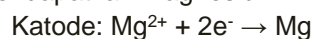
5. Magnesium didapatkan dengan mereaksikan air laut dengan CaO. Reaksi yang terjadi:



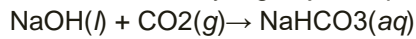
Selanjutnya $Mg(OH)_2$ direaksikan dengan HCl. Untuk membentuk $MgCl_2$



Setelah mendapatkan lelehan $MgCl_2$ kita dapat mengelektrolisisnya untuk mendapatkan magnesium



6. Ke dalam ruangan katode, di mana terbentuk NaOH dipompakan (dialirkan dengan tekanan) gas CO₂, sehingga terbentuk NaHCO₃, kemudian NaHCO₃ yang terbentuk dipanaskan. Reaksi yang terjadi seperti berikut.



7. Golongan alkali

- Senyawa Natrium Klorida
Natrium klorida (NaCl) penting sebagai bahan makanan, dan pengawet sayur, daging, telur, dan ikan
- Senyawa Natrium Hidrogen Karbonat
Natrium hidrogen karbonat dipakai dalam alat pemadam api.

Golongan alkali tanah

- Senyawa Magnesium Hidroksida
Magnesium Hidroksida (Mg(OH)₂) bersifat basa. Oleh karena itu Mg(OH)₂ digunakan untuk obat sakit maag.
- Unsur Magnesium
Magnesium dipakai untuk industri membuat rangka pesawat terbang.

C. Tes Formatif Unsur Periode ke 3

- | | |
|------|-------|
| 1. E | 6. C |
| 2. A | 7. D |
| 3. A | 8. C |
| 4. A | 9. D |
| 5. A | 10. E |

Essay

1. Penyimpangan ini terjadi karena unsur golongan IIA (Mg) dan golongan VA (P) mempunyai konfigurasi elektron yang relatif stabil, yaitu konfigurasi penuh dan setengah penuh sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk melepaskan elektronnya. Aluminium dan belerang mempunyai satu elektron yang terikat agak lemah sehingga lebih mudah dilepaskan. Perhatikan konfigurasi elektron dari unsur-unsur tersebut berikut ini.

Mg $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ konfigurasi penuh, $3s^2$.

Al $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ elektron $3p^1$ terikat agak lemah.

P $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ konfigurasi setengah penuh, $3p^3$.

S $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ satu elektron $3p$ berpasangan, sehingga cenderung mudah lepas.

2. a. sifat basa dari unsur-unsur di sebelah kiri lebih kuat, sedangkan unsur-unsur di sebelah kanan sifat asamnya lebih kuat.
- b. Karena Jika harga keelektronegatifan M besar, maka makin kuat unsur M menarik elektron atom O yang berakibat melemahkan ikatan MO-H sehingga dapat melepaskan ion H^+
- c. Sedangkan harga keelektronegatifan M kecil, maka tarikan elektron terhadap atom O lemah yang berakibat melemahkan ikatan M-OH sehingga cenderung membentuk M^+ dan dan melepaskan ion OH^-

D. Tes Formatif Unsur Periode Ke 4

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