

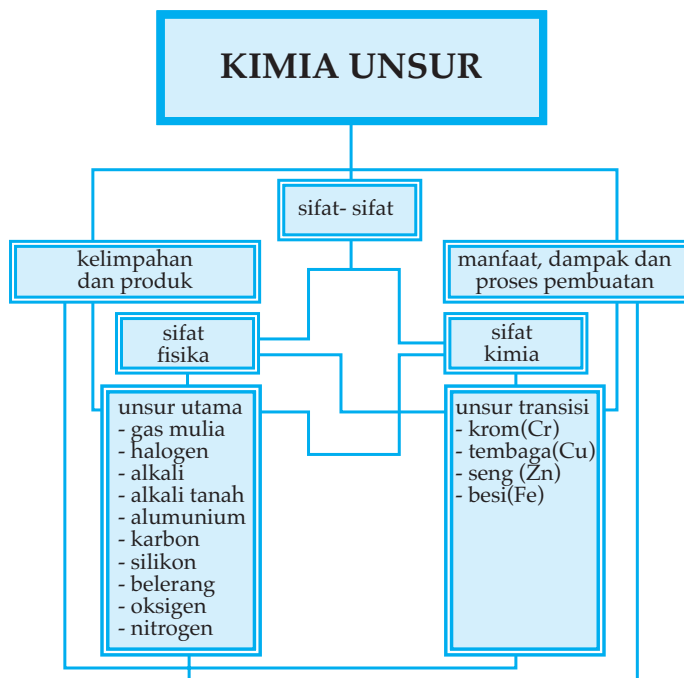


3

KIMIA UNSUR

- A. KELIMPAHAN UNSUR DAN PRODUK-PRODUKNYA
 - B. SIFAT-SIFAT UNSUR
 - C. KEGUNAAN, DAMPAK, PEMBUATAN UNSUR DAN SENYAWA
-
-

Tiap hari kita selalu berhubungan dengan unsur-unsur maupun senyawa. Bahkan penggunaan zat tersebut makin meningkat dengan berkembang pesatnya industri, baik sebagai alat, bahan dasar maupun sumber energi. Sumber daya alam di Indonesia sangat kaya akan sumber mineral bijih logam. Oleh karena itu, perlu penguasaan teknologi untuk mengolahnya menjadi logam yang dibutuhkan. Dalam mempelajari kimia unsur diharapkan anda dapat memahami karakteristik unsur-unsur penting, kegunaan dan bahayanya, serta terdapatnya di alam secara singkat hubungan konsep yang satu dengan yang lain dapat anda perhatikan pada peta konsep berikut.



Peta konsep kimia unsur

A. KELIMPAHAN UNSUR DAN PRODUK-PRODUKNYA

1. Unsur Golongan Utama

Unsur-unsur golongan utama dalam sistem periodik terletak pada golongan A. Golongan utama disebut juga unsur representatif. Dalam bab ini yang dipelajari hanya unsur-unsur golongan gas mulia, halogen, alkali, alkali tanah, aluminium, karbon, silikon, belerang, oksigen, dan nitrogen.

a. Gas Mulia

1) Kelimpahan Unsur-unsur Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia dalam sistem periodik terletak pada golongan VIIIA, yang meliputi: Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn).

Sesuai dengan namanya unsur-unsur gas mulia di alam tidak ditemukan dalam bentuk senyawa, melainkan dalam bentuk atom-atomnya. Meskipun demikian pada tahun 1962 Niels Bartlett berhasil mensintesa senyawa gas mulia yang pertama, yaitu XePtF_6 (xenon heksa fluoro platinat IV) dengan mereaksikan unsur Xe dengan PtF_6 . Sejak saat itu runtuhlah anggapan umum para ahli kimia bahwa gas mulia benar-benar tidak dapat membentuk senyawa.

Tabel 3.1
Kelimpahan unsur gas mulia dalam udara kering

Unsur	Kelimpahan di udara (bpj)
helium	5,24
neon	18,20
argon	9340
kripton	1,14
xenon	0,084
radon	-

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa gas mulia yang paling banyak di udara adalah Argon. Namun karena matahari dan bintang-bintang komponen utamanya adalah helium maka menjadikan helium sebagai gas mulia yang paling banyak alam semesta. Helium juga terkandung dalam gas di alam sebagai hasil peluruhan zat radioaktif. Unsur radon sangat sedikit terdapat di alam, karena bersifat radioaktif (mudah berubah menjadi atom unsur lain).

2) Produk yang Mengandung Unsur-unsur Gas Mulia

Meskipun unsur-unsur gas mulia di alam dalam bentuk atom-atom tunggal atau monoatomik, namun banyak juga produk-produk atau senyawa-senyawa buatan yang mengandung unsur gas mulia. Berikut beberapa senyawa yang berhasil dibuat dari unsur gas mulia.

- Argon dalam senyawa HArF (Argon hidrofluorida)
- Kripton dalam senyawa KrF₂ (Kripton difluorida),
- Xenon dalam senyawa XeF₂ (Xenon difluorida), XeF₄ (Xenon tetrafluorida), XeF₆ (Xenon heksafluorida), XeO₃ (Xenon trioksida), XeO₄ (Xenon tetraoksida), XePtF₆ (Xenon heksafluoro Platinat IV).
- Radon dalam senyawa RaF₂ (Radon difluorida)

b. Halogen

1) Kelimpahan unsur-unsur halogen di alam

Unsur-unsur halogen terletak pada golongan VIIA dalam sistem periodik unsur yang meliputi F (fluorin), Cl (klorin), Br (bromin), I (iodin), dan At (astatin). Halogen sangat reaktif, sehingga di alam hanya ditemukan dalam bentuk senyawanya.

Tabel 3.2 Kelimpahan unsur halogen di alam

Unsur	Di alam
fluorin	<ul style="list-style-type: none"> • CaF_2 (Fluorspar), Na_3AlF_6 (Kriolit), $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ (Fluoroapatit), dalam gigi manusia dan hewan
klorin	<ul style="list-style-type: none"> • Garam NaCl, KCl, MgCl_2, dan CaCl_2 dalam air laut • dalam kerak bumi $\pm 0,2\%$
bromin	<ul style="list-style-type: none"> • dalam senyawa logam bromida yang ditemukan di air laut mati, mempunyai kadar 4.500 - 5.000 ppm
iodin	<ul style="list-style-type: none"> • dalam senyawa NaIO_3 (Natrium iodat) yang bercampur dengan deposit NaNO_3 di daerah Chili • dalam larutan garam bawah tanah di Jepang dan Amerika dengan kadar sampai 100 ppm • dalam sumber air di daerah Watudakon (Mojokerto) Jatim juga mengandung yodium dengan kadar cukup tinggi • beberapa jenis lumut, ganggang laut
astatin	<ul style="list-style-type: none"> • dalam kerak bumi sangat sedikit, kurang dari 30 gram, sebab unsur ini bersifat radioaktif

3) Produk yang Mengandung Unsur Halogen

Banyak sekali produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur halogen. Namun berikut ini kita hanya batasi produk-produk tersebut yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

- Fluorin: CF_2Cl_2 (Freon -12), HF (asam fluorida), polimer $\text{CF}_2 - \text{CF}_2$ (Teflon), NaF (Natrium Fluorida)
- Klorin: PVC (Polivinil Klorida), DDT (Dikloro difenil trikloro etana), KCl (kalium klorida), NaClO_3 (Natrium klorat), NaCl (Natrium klorida), NH_4Cl (Amonium klorida), ZnCl_2 (Seng klorida), $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (Kalsium hipoklorit).
- Bromin: NaBr (Natrium bromida), CH_3Br (Metil bromida), $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ (dibromo etana), AgBr (Perak bromida).
- Yodin: NaI (Natrium yodida), larutan I_2 (Yodium).
- Astatin: karena unsur ini bersifat radioaktif dengan waktu paro yang pendek maka aplikasi pada produk belum ada.

c. Alkali

1) Kelimpahan unsur-unsur alkali di alam

Unsur-unsur logam alkali terletak pada golongan IA dalam sistem periodik unsur yang meliputi Li (litium), Na (Natrium), K (Kalium), Rb (Rubidium), Cs (Sesium), dan Fr (Fransium). Unsur logam alkali bersifat sangat reaktif sehingga hanya kita jumpai dalam bentuk senyawanya di alam. Kelimpahan unsur logam alkali di alam, sebagaimana tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 3.3 Kelimpahan unsur-unsur alkali di alam

Unsur	Dalam kerak bumi (bpj)	Di alam
litium	68	dalam spodumene $\text{LiAl}(\text{SO}_3)_2$, lepidolit
natrium	28.200	dalam garam batu NaCl , NaNO_3 (sendawa chili, Na_3AlF_6 (kriolit), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (boraks), dan air laut
kalium	26.000	KCl (silvit), $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (karnalit), KNO_3 (sendawa), $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (feldspar)
rubidium	310	sebagai pengotor dalam lepidolit
sesium	7	$\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{16}\text{H}_2\text{O}$ (polusit)
fransium	sedikit sekali	berasal dari peluruhan unsur radioaktif

2) Produk yang mengandung unsur alkali

Produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur logam alkali sangat banyak ragamnya. Berikut beberapa produk yang mengandung unsur logam alkali.

- Litium: pada baterai, paduan logam dengan Mg dan Al, pada senyawa LiCO_3 .
- Natrium: pada senyawa NaCl (garam dapur), Na benzoat, Na_2SO_3 (Natrium sulfit), NaNO_2 (Natrium nitrit), NaNO_3 (Natrium nitrat), NaOH (Natrium hidroksida/soda api/soda kaustik), NaHCO_3 (soda kue), Na_2SO_4 (garam glauber), Na glutamat (MSG = mono sodium glutamat), Na_2CO_3 (natrium karbonat), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Natrium tiosulfat), NaClO (natrium hipoklorit).
- Kalium: KCl (kalium klorida), KNO_3 (kalium nitrat), pupuk NPK, KOH (kalium hidroksida), KBr (kalium bromida), KClO_3 (kalium klorat), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kalium bikromat, K_2CO_3 (kalium karbonat)
- Rubidium: katalisator, filamen sel fotolistrik
- Sesium: sel fotolistrik, jam standar

d. Alkali Tanah

1) Kelimpahan unsur-unsur alkali tanah di alam

Unsur-unsur golongan alkali tanah terletak pada golongan IIA dalam sistem periodik unsur yang meliputi Be (berilium), Mg (magnesium), Ca (kalsium), Sr (stronsium), Ba (barium), dan Ra (radium).

Unsur-unsur logam alkali tanah hanya ditemukan di alam dalam bentuk senyawa karena bersifat reaktif.

Tabel 3.4 Kelimpahan unsur-unsur logam alkali tanah di alam

Unsur	Kadar dalam kerak bumi (bpj)	Di alam
berilium	6	bijih $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (beril), Al_2BeO_4 (krisoberil)
magnesium	20.000	MgCO_3 (magnesit), $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (dolomit), $\text{MgSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kiserit), garam MgCl_2
kalsium	35.000	CaCO_3 (batu kapur), $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips) garam-garam karbonat, fosfat, sulfat, dan fluorida
stronsium	300	mineral selestit SrSO_4 , SrCO_3 (stronsianit)
barium	400	BaSO_4 (barit), BaCO_3 (witerit)
radium	0,33	sebagai unsur pencemar dalam mineral pitcheblende U_3O_8

2) Produk yang mengandung unsur alkali tanah

Produk-produk yang mengandung unsur alkali tanah banyak sekali ragam dan jenisnya. Beberapa produk yang mengandung unsur tersebut.

- Berilium:
 - pada paduan logam
 - kaca pada peralatan sinar X
 - moderator neutron reaksi nuklir
- Magnesium:
 - senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgSO_4
 - senyawa MgO , MgCO_3
 - paduan logam magnalium (90% Mg, 10% Al)
- Kalsium: senyawa CaCO_3 (batu kapur), CaSO_4 (gips), CaC_2 (batu karbit), CaOCl_2 (kapur klor), $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (kaporit), $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (pupuk TSP)
- Barium: senyawa $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, BaSO_4 , BaCl_2 , BaCO_3
- Stronsium: senyawa $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, SrCO_3 , SrSO_4
- Radium:
 - unsur radioaktif
 - senyawa RaCl_2

e. Aluminium1) *Kelimpahan aluminium di alam*

Dalam sistem periodik unsur aluminium terletak pada golongan IIIA dan periode ketiga, yang merupakan unsur peringkat ketiga terbanyak di kerak bumi ($\pm 7,45\%$) setelah unsur oksigen dan silikon. Kelimpahan di alam banyak terdapat dalam bentuk senyawa, mengingat unsur logam aluminium bersifat reaktif. Beberapa senyawa terutama bijih mineral yang mengandung unsur aluminium. Bijih bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), sebagai aluminium silikat (tanah liat), kriolit (Na_3AlF_6), juga dalam korundum (Al_2O_3), Feldspar (KAlSi_3O_8). Sumber kelimpahan logam aluminium tersebar di Indonesia ditemukan di Pulau Bintan, Propinsi Kepulauan Riau (1935) terutama dalam bijih bauksit. Sedang pengolahannya dikelola oleh PT Indo Asahan Aluminium (INALUM) di Asahan Sumatera Utara. Sekitar tahun 2004 telah ditemukan endapan bijih bauksit di Tayan, Kalimantan Selatan oleh PT Aneka Tambang.

2) *Produk yang mengandung unsur aluminium*

Produk-produk/senyawa-senyawa yang mengandung unsur aluminium antara lain:

- paduan logam (magnalium: 90% Mg, 10% Al),
- tawas (Aluin: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$),
- $\text{Al}(\text{OH})_3$ (aluminium hidroksida),
- Al_2O_3 (alumina).

f. Karbon1) *Kelimpahan unsur karbon di alam*

Dalam sistem periodik unsur, karbon (C) terletak pada golongan IVA periode 2. Unsur karbon ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari.

Di alam unsur karbon banyak ditemukan dalam keadaan bebas, antara lain dalam bentuk grafit dan intan. Sedangkan dalam bentuk senyawa sebagai senyawa CO_2 , karbonat, senyawa organik dalam bahan-bahan fosil, juga dalam makhluk hidup. Dalam kerak bumi, karbon mempunyai kadar 0,08% sebagai penyusun komponennya.

Tabel 3.5 Kelimpahan unsur karbon di alam

Keberadaan di alam	Keterangan
CO ₂	- berupa gas CO ₂ dengan kadar ±0,0314% di udara - juga terdapat dalam gua, tambang, sumur, dan komponen utama gas vulkanik
karbonat (CO ₃ ²⁻)	- biasanya bersenyawa dengan logam Ca, Mg, dan Fe dalam batuan karbonat seperti batu gamping, dolomit, dan marbel.
grafit	- grafit adalah salah satu bentuk alotropi dari karbon yang berada di alam - grafit berada dalam batuan kalsium silikat, batu bara, dan minyak bumi - ada 3 jenis grafit, yaitu flake, kristalin, dan amorf
intan	- intan juga salah satu bentuk alotropi dari karbon di alam - keberadaannya banyak di dalam mineral kimberlit di daerah vulkanik dan dasar laut
batu bara	- merupakan komponen utama senyawa karbon (organik) terutama senyawa hidrokarbon, dan senyawa anorganik pada mineral pirit, markasit, dan tanah liat - batu bara ini terbentuk dari sisa-sisa makhluk hidup yang mati jutaan tahun yang lalu
minyak bumi dan gas alam	- merupakan senyawa hidrokarbon - terbentuk dari plankton yang mati jutaan tahun lalu - jika rantai C ₁ - C ₄ berupa gas alam, sedang rantai C ₅ ke atas berupa cairan minyak bumi
senyawa organik	- senyawa yang mempunyai rantai karbon sangat panjang mencapai ribuan, sehingga dikenal dengan senyawa makromolekul, antara lain: karbohidrat, lemak, protein

2) Produk yang mengandung unsur karbon

Beberapa produk senyawa yang mengandung unsur karbon sebagai berikut.

- senyawa oksida (CO dan CO₂)
- senyawa karbonat (CO₃²⁻) dan bikarbonat (HCO₃⁻)
- senyawa sianida (CN⁻)
- senyawa karbida (CaC₂ = batu karbit)
- senyawa silikon karbida (SiC = bahan abrasif)
- senyawa halida (CCl₄, CFC = freon)

- intan, grafit, batu bara, arang, kokas, karbon hitam, minyak bumi, gas alam
- senyawa-senyawa hidrokarbon yang lain

g. Silikon (Si)

1) Kelimpahan unsur silikon di alam

Silikon dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IVA dan periode ketiga. Segolongan dengan karbon dan seperiode dengan aluminium.

Silikon merupakan unsur kedua terbanyak di kulit bumi setelah oksigen ($\pm 26\%$). Kelimpahan unsur silikon di alam banyak ditemukan dalam bentuk senyawa, terutama senyawa oksida SiO_2 dan mineral silikat (campuran silikon, oksigen, dan logam-logam lain). Hampir 95% batuan mineral di dalam kulit bumi merupakan senyawa silikat.

Tabel 3.6 Mineral yang mengandung silikon

Kelompok mineral	% dalam kulit bumi	Rumus dan nama mineral
feldspar	48,5	- KAlSi_3O_8 (ortoklase) - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (albit) - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anortit) - $\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ (sodalit)
kuarsa	21	- SiO_2 (silika)
anfibil atau piroksena	15	- CaSiO_3 (wolastonit) - NaAlSi_2 (jaderit) - $\text{Ca}_2\text{Mg}_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$ (tremolit/asbes)
mika	8	- $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ (muskonit) - $\text{K}_2\text{Li}_3\text{Al}_4\text{Si}_7\text{O}_{21}(\text{OH}, \text{F})_3$ (lepidolit)

2) Produk yang mengandung unsur silikon (Si)

Beberapa paduan senyawa yang mengandung unsur silikon antara lain:

- Silika (SiO_2), pasir silika, silika karbida (SiC)
- Asbes, kaolin, garam-garam silikat (Na silikat, K silikat), Na . Ca silikat pada kaca (gelas), Ca . Al (silikat pada semen).

h. Belerang (S)1) *Kelimpahan unsur belerang di alam*

Unsur belerang dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IVA periode 3. Masih segolongan dengan unsur oksigen dan seperiode dengan aluminium dan silikon.

Kelimpahan unsur belerang di alam ada yang ditemukan dalam keadaan bebas dan dalam bentuk persenyawaan (senyawa sulfida dan sulfat). Dalam keadaan bebas banyak ditemukan di daerah pegunungan vulkanik (dalam jumlah sedikit $\pm 0,1\%$) di kedalaman ≥ 100 m bawah tanah dalam bentuk endapan. Senyawa belerang dalam bentuk sulfida misalnya: FeS_2 (pirit), seng blende (ZnS), PbS (galena). Dalam bentuk senyawa sulfat seperti: gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), BaSO_4 (barit). Terdapat dalam garam-garam sulfat yang mudah larut dalam air maupun air laut. Dalam jumlah sedikit terdapat pada batu bara, minyak bumi dan senyawa-senyawa organik.

2) *Produk yang mengandung unsur belerang*

Beberapa produk yang mengandung unsur belerang antara lain: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips), H_2SO_4 (asam sulfat), batu bara, minyak bumi, SO_2 (belerang dioksida), garam Inggris ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), garam glauber ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), juga pada korek api, mesiu/obat peledak.

i. Oksigen (O)1) *Kelimpahan unsur oksigen di alam*

Unsur oksigen dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIA periode 2. Oksigen di alam terdapat dalam keadaan bebas dan dalam persenyawaan. Dalam keadaan bebas sumber utama oksigen adalah udara dengan kadar $\pm 20\%$ O_2 . Dalam udara kering (merupakan peringkat kedua terbanyak sesudah nitrogen). Sedang dalam bentuk persenyawaan oksigen terikat pada senyawa-senyawa nitrat, sulfat, fosfat, dan juga dalam bijih oksida logam.

2) *Produk yang mengandung unsur oksigen*

Produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur oksigen antara lain:

- Air (H_2O), asam-asam oksida/asam yang mengandung unsur oksigen (misalnya HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , dan lain-lain).
- senyawa-senyawa oksida, peroksida, superoksida, senyawa organik (misalnya pada alkohol, alkanal, asam karboksilat).

j. Nitrogen

1) Kelimpahan unsur nitrogen di alam

Unsur nitrogen dengan nomor atom 7 dalam sistem periodik terletak pada golongan VA dan periode 2.

Unsur nitrogen di alam terdapat dalam keadaan bebas dan dalam persenyawaan. Dalam keadaan bebas sumber utama nitrogen adalah gas N_2 di udara dengan kadar $\pm 78\%$ dalam udara kering (merupakan peringkat pertama terbanyak gas-gas di udara). Sedang dalam bentuk persenyawaan nitrogen terikat sebagai sendawa Chili ($NaNO_3$), dalam protein tumbuhan dan hewan sekitar 17% dan dalam batu bara dan minyak bumi 1 - 1,5%.

2) Produk yang mengandung unsur nitrogen

Banyak sekali produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur nitrogen seperti di bawah ini:

- senyawa oksida: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_3 , N_2O_4 , N_2O_5
- senyawa nitrit (NO_2^-) dan senyawa nitrat (NO_3^-)
- senyawa hidrida (misalnya: $NaNH_2$)
- senyawa amida (NH_2^-)
- senyawa amonium (NH_4^+)
- senyawa nitrida (misalnya Mg_3N_2)
- senyawa amina (misalnya NH_2OH , CH_3NH_2 , dan lain-lain)
- pupuk urea: $CO(NH_2)_2$ dan ZA : $(NH_4)_2SO_4$

2. Unsur-unsur Transisi

Unsur-unsur golongan transisi dalam sistem periodik terletak pada golongan B. Dalam pembahasan ini, kita hanya membatasi untuk logam krom, tembaga, seng dan besi. Karena unsur-unsur logam tersebut banyak sekali kelimpahannya di alam, dan produk-produknya dalam kehidupan sehari-hari.

a. Krom (Cr)

Unsur logam krom (Cr) dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIIB periode 4. Unsur logam krom tersebut sangat penting bagi industri logam.

1) Kelimpahan unsur Krom di alam

Umumnya unsur logam krom di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan, terutama dalam endapan di kerak bumi sebagai senyawa sulfida dan oksidanya. Unsur krom terdapat sebagai Cr_2O_3

pada bijih mineral kromit ($\text{Fe Mg} (\text{CrO}_2)_2$). Bijih ini banyak sekali terdapat di daerah Sulawesi Tengah. Juga terdapat dalam mineral plumbokromat (PbCrO_4).

2) *Produk yang mengandung unsur krom*

Produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur krom antara lain:

- Cr_2O_3 (krom (III) oksida), $\text{Cr} (\text{OH})_3$ (krom (III) hidroksida)
- K_2CrO_4 (kalium kromat), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (kalium bikromat)
- $\text{KCr} (\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ (tawas)
- paduan logam kawat nikrom, stainless steel

b. Tembaga (Cu)

Unsur tembaga, satu periode dengan unsur krom tetapi beda golongannya yaitu golongan IB.

1) *Kelimpahan unsur logam tembaga di alam*

Unsur logam tembaga di alam terdapat dalam keadaan bebas, dan persenyawaan. Beberapa persenyawaan logam tembaga terdapat sebagai senyawa sulfida seperti CuFeS_2 (kalkopirit), CuS (kovelin), Cu_2S (kalkosit), $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (malasite). Sedang dalam senyawa oksida seperti Cu_2O (kuprit). Di Indonesia penghasil bijih tembaga berada di Propinsi Kalimantan Barat, Sumatera Barat, dan Irian Jaya (pegunungan Jaya Wijaya).

2) *Produk yang mengandung unsur logam tembaga*

Produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur logam tembaga antara lain:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (terusi)
- larutan CuSO_4 (pereaksi fehling A)
- berbagai paduan logam seperti kuningan, perunggu, monel, dan lain-lain.

c. Seng (Zn)

1) *Kelimpahan unsur logam seng di alam*

Logam seng di alam banyak terdapat dalam bentuk persenyawaan seperti ZnO (zinsite), spalerite/sengblende (ZnS), smitsonit (ZnCO_3). Di Indonesia daerah penghasil seng di Propinsi Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah.

2) *Produk yang mengandung unsur seng*

Produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur seng antara lain:

- Zn O (seng oksida)
- ZnS (seng sulfida)
- paduan logam seperti kuningan

d. Besi (Fe)

1) *Kelimpahan unsur besi di alam*

Unsur logam besi merupakan unsur kedua terbanyak di alam, banyak ditemukan dalam persenyawaan mineral Fe_2O_3 (hematit), Fe_2O_4 (magnetit), FeCO_3 (siderit), $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (limonit), FeS_2 (pirit). Di Indonesia daerah penghasil bijih besi antara lain di propinsi Kalimantan Barat, Sumatera Selatan, Jawa Tengah (Cilacap), dan Sulawesi Tengah.

2) *Produk yang mengandung unsur besi*

Banyak sekali produk-produk atau senyawa-senyawa yang mengandung unsur besi antara lain:

- sebagai unsur logam besi
- sebagai besi baja
- sebagai paduan baja
- sebagai paduan baja tahan karat

Latihan 1

Carilah informasi dari sumber lain (koran, majalah, internet dan sebagainya) tentang kelimpahan dan produk-produk yang mengandung unsur:

- | | |
|-----------------|-------------|
| a. gas mulia | h. belerang |
| b. halogen | i. oksigen |
| c. alkali | j. nitrogen |
| d. alkali tanah | k. krom |
| e. aluminium | l. tembaga |
| f. karbon | m. seng |
| g. silikon | n. nitrogen |

B. SIFAT-SIFAT UNSUR

Sifat unsur dikelompokkan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika adalah sifat yang berkaitan dengan penampilan fisika. Misalnya: massa jenis, bau, warna, titik didih/leleh, daya hantar. Sifat kimia adalah sifat yang berkaitan dengan perubahan kimia. Contoh: kereaktifan, mudah terbakar, reduktor, oksidator, dan sebagainya.

1. Sifat-sifat Unsur Gas Mulia (Golongan VIIIA)

a. Sifat Fisika

Perhatikan tabel berikut

Tabel 3.7 Sifat-sifat Gas Mulia

Unsur	Nomor Atom	Massa Atom	Titik Didih (°C)	Titik lebur (°C)	Konfigurasi Elektron	Energi Ionisasi (kkal/mol)
He	2	4,0	-268,8	-269,7	1s ²	576
Ne	10	20	-245,8	-248,4	2s ² 2p ⁶	497
Ar	18	39,9	-185,8	-189,4	3s ² 3p ⁶	363
Kr	36	83,8	-152	-157	4s ² 4p ⁶	323
Xe	54	131	-108	-112	5s ² 5p ⁶	280
Rn	86	222	-161,8	-71	6s ² 6p ⁶	248

1) Jari-jari atom dan energi ionisasi

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa:

- makin besar nomor atom (dari atas ke bawah) jari-jari atom makin panjang
- semakin panjang jari-jari atom, artinya jarak antara elektron kulit terluar dengan inti semakin jauh, sehingga elektron makin mudah lepas (energi ionisasi makin kecil)

2) Titik didih dan titik lebur

Besarnya titik didih suatu zat dipengaruhi oleh jenis/kekuatan ikatan yang dimiliki zat tersebut.

Dari tabel sifat-sifat gas mulia kita ketahui, bahwa makin besar masa atom makin tinggi titik didihnya. Hal ini disebabkan karena makin besar massa atom semakin besar pula ikatan Van der Waals-nya, sehingga untuk memutuskan ikatan antarmolekul ini diperlukan energi yang lebih besar.

Demikian pula dengan titik lebur, semakin besar massa atom gas mulia, semakin kuat ikatan Van der Waals-nya, akibatnya titik lebur semakin tinggi.

3) Daya hantar listrik dan panas

Logam dapat menghantarkan listrik karena elektron valensinya bebas pindah dari atom satu ke atom yang lain. Atom-atom gas mulia tidak menghantarkan listrik dan panas karena elektron valensinya tidak bisa bergerak bebas.

b. Sifat Kimia

1) Kereaktifan gas mulia

Susunan elektron kulit terluar gas mulia adalah delapan (*oktet*) atau dua (*duplet*) yang merupakan susunan elektron paling stabil, sehingga unsur gas mulia sukar bereaksi dengan unsur lain. Karena itu, unsur-unsur gas mulia berada di alam dalam bentuk monoatomik. Namun pada tahun 1962 **Niels Bartlett** berhasil membuat senyawa gas mulia yang pertama, yakni XePtF_6 (fenon heksa fluoro platinat (IV)). Setelah berhasil membuat senyawa tersebut, para ilmuwan berusaha membuat senyawa-senyawa yang lain, di antaranya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.8 Kereaktifan Gas Mulia

No.	Bilangan oksidasi	Rumus kimia	Wujud	Bentuk molekul
1.	2	XeF_2	kristal tak berwarna	linier
2.	2	KrF_2	kristal putih	linier
3.	4	XeF_4	kristal tak berwarna	bujur sangkar
4.	4	XeOF_2	kristal tak berwarna	bujur sangkar
5.	6	XeF_6	kristal tak berwarna	okta hedron
6.	6	XeOF_4	cairan tak berwarna	piramida
7.	6	XeO_3	kristal tak berwarna	piramida
8.	8	XeO_4	gas tak berwarna	piramida tetra hedron

2) Reaksi-reaksi Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia Ar, Kr, Xe, dan Rn dapat bereaksi dengan unsur-unsur yang sangat elektronegatif seperti F dan O.

- Argon (Ar)

Reaksi: $\text{Ar}_{(s)} + \text{HF} \rightarrow \text{HArF}$ (argonhidrofluorida)

Argonhidrofluorida (HArF) merupakan senyawa Ar yang pertama disintesis pada tahun 2000.

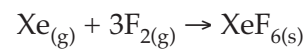
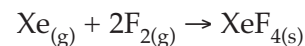
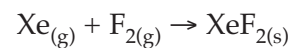
- Krypton (Kr)

Reaksi: $\text{Kr}_{(s)} + \text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{KrF}_{2(s)}$

Pada suhu -196°C , diberi loncatan muatan listrik (dapat menggunakan sinar X)

- Xenon (Xe)

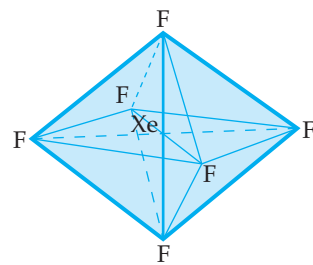
Reaksi xenon dengan fluorida:



berlebih

Xenon dan fluor dapat bereaksi dengan katalisator Ni, suhu 400°C dan tekanan 6 atm membentuk senyawanya XeF_2 dan XeF_4 . Jika pereaksi F_2 berlebih akan diperoleh senyawa XeF_6

Senyawa XeF_2 , XeF_4 , XeF_6 merupakan kristal stabil tak berwarna yang sangat reaktif.

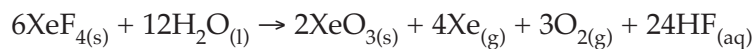
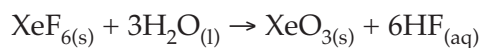


Gambar 3.1

Sifat-sifat XeF_6

1. Kristal melebur pada suhu 114°C .
2. Mudah terhidrolisa oleh udara lembab.
3. Dapat dipanaskan hingga suhu 400°C tanpa pengurai.
4. Bentuk ikatan kovalen.
5. Bentuk molekul bidang delapan beraturan (oktahedron)

Reaksi senyawa Xenon dengan air:

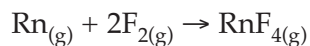


Xenontrioksida (XeO_3) merupakan padatan putih yang sangat eksplosif.

- Radon (Rn)

Radon dapat bereaksi dengan fluor secara spontan pada suhu kamar.

Reaksi:



Latihan 2

- Mengapa unsur-unsur gas mulia sukar bereaksi dengan unsur lain?
- Bagaimana bentuk molekul senyawa di bawah ini? Gambarkan!
 - XeF_2
 - XeF_4
 - XeF_6
- Di antara unsur-unsur golongan gas mulia, mengapa senyawa-senyawa xenon yang paling banyak disintesa?

2. Sifat-sifat Unsur Golongan Halogen (Golongan VIIA)**a. Sifat Fisika****Tabel 3.9 Sifat Fisika Unsur Halogen**

	fluorin (F)	klor (Cl)	brom (Br)	yod (I)
Warna (gas)	kuning kehijauan	hijau kekuningan	coklat merah	hitam
Fase pada suhu kamar	gas	gas	cair	padat
jari-jari atom (Å)	0,72	0,99	1,14	1,33
jari-jari ion (Å)	1,33	1,81	1,96	2,20
titik lebur (°C)	-223	-102	-7,3	113
titik didih (°C)	-188	-34,6	58	183
nomor atom	9	17	35	53

1) *Warna dan bau*

Semua halogen berbau rangsang dan menusuk. Waktu kita menggunakan pemutih pakaian, kita mencium gas berbau rangsang yang dapat merusak saluran pernafasan, gas itu adalah gas klor.

Semua gas halogen mempunyai warna tertentu, khusus untuk iodium mempunyai 2 warna yakni saat berupa zat padat berwarna hitam, tetapai saat berupa gas (karena menyublim) berwarna ungu.

2) *Wujud halogen*

Molekul halogen (X_2) bersifat nonpolar, gaya tarik antarmolekulnya merupakan gaya London. Gaya London akan semakin kuat bila massa molekul (M_r) semakin bertambah. Itulah sebabnya pada suhu kamar F_2 dan Cl_2 berwujud gas, Br_2 berbentuk cair dan I_2 berbentuk padat (tetapi mudah menyublim).

3) *Titik didih/titik lebur*

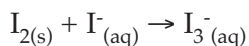
Titik didih dan titik lebur halogen dari F sampai I semakin besar. Ini disebabkan dari F sampai I massa molekulnya semakin bertambah sehingga gaya tarik antarmolekulnya bertambah kuat.

4) *Kelarutan*

Molekul halogen bersifat nonpolar, maka mudah larut dalam pelarut nonpolar, seperti karbon tetra klorida (CCl_4) atau kloroform (CHCl_3).

Sebaliknya halogen ini sukar larut dalam pelarut polar seperti H_2O

I_2 sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam larutan iodida (I^-), membentuk poli Iodida (I_3^-) yang mudah terurai kembali menjadi I_2 , sehingga larutan ini seperti larutan I_2 biasa

**b. Sifat-sifat Kimia**

Perhatikan tabel berikut!

Tabel 3.10 Sifat Kimia Unsur Halogen

	Fluorin (F)	Klor (Cl)	Brom (Br)	Yod (I)
konfigurasi elektron	(He) $2s^2 2p^5$	(Ne) $3s^2 3p^5$	(Ar) $4s^2 4p^5$	(Kr) $5s^2 5p^5$
energi ionisasi (kkal)	402	300	273	241
afinitas elektron (kkal)	-80	-85	-77	-70
energi disosiasi (kkal/mol) $\text{X}_2 \rightarrow 2\text{X}_{(g)}$	38	57,2	45,5	35,5
potensial reduksi (volt) $\text{X}_2 + 2e \rightarrow 2\text{X}^-_{(g)}$	+2,87	+1,36	+1,06	+0,54
elektronegativitas	4,0	3,0	2,8	2,5
panas pembentukan HX (kkal)	-64	-22	-8,68	-6,2

1) *Kereaktifan halogen*

Halogen yang mempunyai elektron valensi 7 menyebabkan sifat tidak stabil dan berusaha untuk menstabilkan diri dengan cara berikatan dengan atom lain. Halogen sangat reaktif sehingga unsur halogen tidak ditemukan dalam keadaan bebas di alam. Perhatikan jari-jari atom pada tabel, semakin kecil nomor atom unsur halogen, makin pendek jari-jari atomnya. Hal ini menyebabkan makin mudah atom itu untuk menangkap satu elektron dari luar, membentuk ion halida (X^-). Semakin mudah menangkap elektron, makin reaktif unsur halogen tersebut.

Kereaktifan halogen berkurang dari F ke At

2) Daya oksidasi halogen

Harga potensial elektroda golongan halogen positif, berarti bersifat oksidator (mengalami reduksi). Makin besar harga potensial elektroda makin bersifat oksidator.

Kekuatan oksidator (daya oksidasi) halogen berkurang dari F ke At

Unsur fluorin mempunyai potensial elektroda terbesar berarti fluorin paling mudah mengalami reduksi. Hal ini dapat ditunjukkan dalam reaksi pendesakan berikut.

1. $F_{2(g)} + 2NaCl_{(aq)} \rightarrow 2NaF_{(aq)} + Cl_{2(g)}$ $E^{\circ} = +1,51 \text{ V}$
2. $Cl_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$ $E^{\circ} = 0,30 \text{ V}$
3. $Br_{2(l)} + 2NaF_{(aq)} \nrightarrow$ $E^{\circ} = -1,81 \text{ V}$
4. $I_{2(s)} + 2NaCl_{(aq)} \nrightarrow$ $E^{\circ} = -0,82 \text{ V}$

Dari contoh-contoh reaksi di atas dapat disimpulkan bahwa halogen yang daya oksidastornya besar (pada tabel SPU posisinya lebih atas) dapat mengoksidasi senyawa halida di bawahnya.

Tabel 3.11 Reaksi Halogen dan Senyawa yang Terbentuk

No.	Reaksi halogen	Senyawa halogen yang terbentuk
1.	Reaksi dengan logam Halogen bereaksi dengan logam membentuk garam (senyawa ionik)	Senyawa ionik logam halida $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$ $Ca_{(s)} + F_{2(g)} \rightarrow CaF_{2(s)}$ $Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow MgCl_2$ $2Al_{(s)} + 3Br_{2(g)} \rightarrow 2AlBr_{3(s)}$ $2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2FeCl_{3(s)}$ $Cu_{(s)} + F_{2(g)} \rightarrow CuF_{2(s)}$
2.	Reaksi dengan non-logam	Halogen bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrogen halida (asam halida) <ul style="list-style-type: none"> - $H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)}$ (berlangsung hebat) - $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ (berlangsung lambat di tempat gelap) - $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$ (berlangsung lambat di tempat suhu 300°C dengan katalis)

No.	Reaksi halogen	Senyawa halogen yang terbentuk
		<ul style="list-style-type: none"> - $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HI}_{(g)}$ (berlangsung lambat pada suhu 300°C) <p>Halogen bereaksi dengan unsur-unsur nonlogam</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\text{C}_{(s)} + 2\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow \text{CCl}_{4(l)}$ - $2\text{P}_{(s)} + 3\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{PCl}_{3(l)}$ - $2\text{P}_{(s)} + 5\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{PCl}_{5(s)}$ - $2\text{As}_{(g)} + 3\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{AsCl}_{3(g)}$
3.	<p>Reaksi dengan air</p> <p>Reaksi halogen dengan air akan terbentuk asam halida dan senyawa oksihalogen kecuali fluorin</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reaksi fluorin dengan air membentuk asam fluorida $2\text{F}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons 4\text{HF}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$ - Reaksi air dengan Cl_2, Br_2, dan I_2 (reaksi disproporsionasi) $\text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{HCl}_{(aq)} + \text{HClO}_{(aq)}$ $\text{Br}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{HBr}_{(aq)} + \text{HBrO}_{(aq)}$ $\text{I}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{HI}_{(aq)} + \text{HIO}_{(aq)}$
4.	<p>Reaksi dengan larutan basa</p>	<p>Reaksi antara gas klor dan larutan NaOH pada suhu kamar</p> $\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{NaClO}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ <p>Bila reaksinya dipanaskan $\pm 80^\circ\text{C}$ akan terjadi reaksi sebagai berikut.</p> $\left(\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{NaClO}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \right) \times 3$ $\frac{3\text{NaClO}_{(aq)} \rightarrow \text{NaClO}_{3(aq)} + 2\text{NaCl}_{(aq)}}{3\text{Cl}_{2(g)} + 6\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow 5\text{NaCl}_{(aq)} + \text{NaClO}_{3(aq)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}}$ <p>Jika reaksi gas klor dengan KOH dipanaskan maka akan menjadi KClO</p> $\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{KOH}_{(aq)} \rightarrow \text{KCl}_{(aq)} + \text{KClO}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $3\text{KClO} \rightarrow \text{KClO}_3 + 2\text{KCl}$

No.	Reaksi halogen	Senyawa halogen yang terbentuk
5.	Reaksi dengan garam halida yang lain	<p>Halogen yang lebih reaktif dapat mengusir halogen yang lain dari senyawanya. Adapun urutan kereaktifannya adalah</p> $F > Cl > Br > I$ $F_{2(g)} + 2NaCl_{(s)} \rightarrow 2NaF_{(s)} + Cl_{2(s)}$ $Cl_{2(g)} + 2KBr_{(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + Br_{2(g)}$ $I_{2(g)} + 2KBr_{(s)} \not\rightarrow$ $Cl_{2(g)} + 2NaF_{(s)} \not\rightarrow$
6.	Reaksi antar-halogen	<p>* Reaksi antarhalogen membentuk senyawa antarhalogen jika x dan y merupakan dua unsur halogen yang berbeda.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $X_2 + Y_{2(s)} \rightarrow 2XY$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $Cl_2 + F_2 \rightarrow 2ClF$ $I_2 + Cl_{2(s)} \rightarrow 2ICl$ $At_2 + Br_2 \rightarrow 2AtBr$ </div> <p>* Reaksi pada periode 3 ke atas (Cl, Br, I, At) dapat bereaksi menurut persamaan reaksi:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $X_2 + nY_{2(s)} \rightarrow 2XY_n$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $Cl_2 + 3F_2 \rightarrow 2ClF_3$ $Cl_2 + 5F_2 \rightarrow 2ClF_5$ $Br_2 + 3F_2 \rightarrow 2BrF_3$ $Br_2 + 5F_2 \rightarrow 2BrF_5$ $I_2 + 3F_2 \rightarrow 2IF_3$ $I_2 + 5F_2 \rightarrow 2IF_5$ $I_2 + 7F_2 \rightarrow 2IF_7$ $I_2 + 3Cl_2 \rightarrow 2ICl_3$ </div>

3) Bilangan oksidasi halogen

Pada senyawa hidrogen halida dan garam halida, halogen mempunyai bilangan oksidasi -1. Garam-garam halida banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari misalnya NaCl, CaCl₂, KI, dan lain-lain.

Kecuali fluorin, unsur-unsur golongan halogen dapat mempunyai bilangan oksidasi positif. Klorin, Bromin dan Iodin dapat membentuk asam oksi dengan bilangan oksidasi +1, +3, +5, dan +7.

HXO = asam hipohalit \rightarrow bilangan oksidasi +1

HXO_2 = asam halit \rightarrow bilangan oksidasi +3

HXO_3 = asam halat \rightarrow bilangan oksidasi +5

HXO_4 = asam perhalat \rightarrow bilangan oksidasi +7

Contoh: HClO = asam hipoklorit

HClO_2 = asam klorit

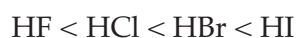
HClO_3 = asam klorat

HClO_4 = asam perklorat

4) Kekuatan asam

- Asam halida

Asam halida dari atas ke bawah semakin kuat:



Karena dari atas ke bawah jari-jari atom halogen makin besar sehingga ion H^+ semakin mudah terlepas.

- Asam oksidasi halogen

Asam oksidasi halogen dari atas ke bawah semakin lemah

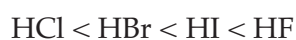


Karena dari atas ke bawah jari-jari atom halogen makin besar sehingga gaya tolak terhadap ion H^+ semakin lemah.

Titik didih $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$, mengapa?

5) Titik didih hidrogen halida/asam halida

Urutan titik didih hidrogen halida adalah:



Antarmolekul halida terdapat gaya dispersi, semakin besar massa molekul relatif, semakin kuat gaya dispersinya, sehingga akan menyebabkan titik didih senyawa semakin besar. HF mempunyai titik didih paling tinggi walaupun HF mempunyai massa molekul paling rendah dibanding hidrogen halida yang lain, karena antara molekul HF mempunyai ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen lebih kuat jika dibanding dengan kekuatan gaya dispersi antarmolekul.

Latihan 3

- Mengapa asam klorida lebih kuat daripada asam fluorida? Jelaskan!
- Mengapa HClO_4 lebih kuat daripada HClO_2 ? Jelaskan!
- Berapa bilangan oksidasi unsur halogen pada senyawa di bawah ini?
 - KClO_3
 - NaBr
 - $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$
 - HF
 - AlI_3
- Tulis hasil reaksinya
 - $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 - $\text{P} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
 - $\text{Cl}_2 + \text{NaBr} \rightarrow$

3. Unsur-unsur Golongan Alkali (IA)**a. Sifat fisis logam alkali****Tabel 3.12 Sifat Fisika Unsur Logam Alkali**

Sifat	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
massa atom	7	23	39	85	133	223
jari-jari atom (pm)	133	157	203	216	235	-
kerapatan (g/cm)	0,53	0,67	0,86	1,59	1,80	-
kekerasan (Mohs)	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	-
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	180	98	64	39	30	27
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	1347	883	774	688	678	677
Daya hantar listrik	0,108	0,210	0,139	0,078	0,049	0,030
Warna nyala	merah	kuning	ungu	merah	biru	karmin

Logam-logam alkali bersifat lunak, disebabkan atom-atom alkali hanya mempunyai satu elektron valensi, sehingga tarik-menarik antara ion positif dengan awan elektron pada ikatan logam lemah. Mengakibatkan energi kohesi antar atom dalam kristal logam sangat lemah. Adanya ikatan logam, logam alkali mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik. Daya hantar listrik dan panas tersebut ditentukan oleh pergerakan elektron-elektron valensinya. Semakin mudah elektron-elektron valensinya bergerak semakin besar daya hantar listrik dan panasnya. Ikatan logam juga mempengaruhi titik didih. Semakin kuat ikatan logam semakin besar titik didihnya.

Logam alkali mempunyai warna spektrum yang khas apabila unsur atau garam-garam alkali dipanaskan misalnya suatu zat yang mengandung kalium dipanaskan (dibakar pada nyala bunsin) maka pasti muncul warna ungu. Lakukan percobaan di bawah ini untuk mengetahui warna-warna khas spektrum suatu unsur.

Percobaan: Tes Nyala

Siapkan sedikit kristal KCl , $NaCl$, $LiCl$, $CaCl_2$, $BaCl_2$, pada pelat tetes. Masukkan 20 tetes HCl pekat ke dalam tabung reaksi dan sediakan kawat nikrom serta pembakar. Bersihkan kawat nikrom dengan cara mencelupkan ke dalam HCl pekat dan membakarnya sampai tidak memberikan warna. Setelah bersih ambil sedikit $LiCl$ dengan ujung kawat nikrom, bakar pada nyala tak berwarna. Amati dan catat warna nyala yang terjadi. Bersihkan kembali kawat nikrom dan ulangi percobaan berturut-turut menggunakan $NaCl$, KCl , $CaCl_2$, $BaCl_2$, dan $SrCl_2$. Catat warna yang dihasilkan tiap-tiap garam tersebut.

b. Sifat kimia

Tabel 3.13 Sifat Kimia Unsur Logam Alkali

Sifat	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Keelektronegatifan	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	-
Energi ionisasi (kJ/mol)	520	498	418	401	376	-
Potensial elektroda (volt)	-3,05	-2,71	-2,92	-2,93	-2,95	-
Konfigurasi elektron	(He)2s ¹	(Ne)3s ¹	(Ar)4s ¹	(Kr)5s ¹	(Xe)6s ¹	(Rn)7s ¹

1) Kereaktifan

Logam alkali merupakan logam yang sangat reaktif bahkan paling reaktif di antara logam-logam lainnya. Hal ini dikarenakan harga energi ionisasi logam alkali rendah sehingga mudah melepaskan elektron valensinya dan membentuk ion positif satu. Semakin kecil energi ionisasi logam alkali semakin reaktif logam tersebut.

Kereaktifan logam alkali meningkat dari Li ke Fr

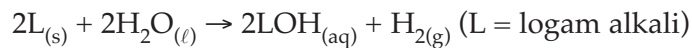
2) Daya reduksi alkali

Logam alkali mempunyai harga potensial elektroda sangat kecil, (negatif), sehingga logam alkali bersifat reduktor kuat. Harga potensial elektroda dari Na ke Cs bertambah. Untuk Li, karena jari-jari Li kecil maka harga potensial elektrodanya paling negatif sehingga Li merupakan reduktor terkuat sedangkan Na reduktor paling lemah.

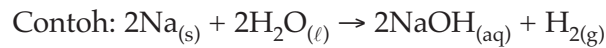
3) *Reaksi-reaksi logam alkali*

- Reaksi dengan air

Logam alkali bereaksi dengan air membentuk senyawa hidroksida dan gas H_2

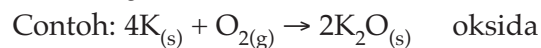
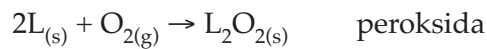
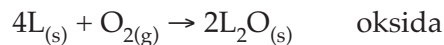


Reaksi semakin hebat dari Li ke Cs. Li reaksinya berlangsung perlahan-lahan, Na terbakar, K sampai Cs terbakar hebat.



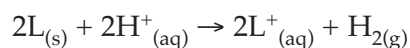
- Reaksi dengan oksigen

Logam alkali bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa oksida, peroksida, dan superoksida

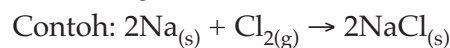
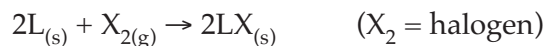


Reaksi oksigen dengan Li berlangsung perlahan-lahan membentuk LiO. Dengan Na berlangsung cepat membentuk Na_2O dan Na_2O_2 . Dengan K berlangsung cepat membentuk K_2O dan K_2O_2 . Terbakar dengan Rb dan Cs membentuk RbO_2 dan CsO_2 .

- Reaksi dengan asam encer



- Reaksi dengan halogen

**Latihan 4**

1. Mengapa unsur-unsur golongan IA disebut golongan alkali?
2. Tulis hasil reaksi:
 - a. $K_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow \dots$
 - b. $Li_{(s)} + Br_2 \rightarrow \dots$

4. Sifat-sifat Unsur Alkali Tanah (Golongan IIA)

a. Sifat Fisika

Tabel 3.14 Sifat Fisika Unsur Alkali Tanah

Unsur	Nomor Atom	Titik Lebur	Titik Didih	Energi Ionisasi (kkal/mol)		Susunan jari-jari Atom (Å)	Jari-jari Ion (Å)	E°L/L ²⁺ Atom (volt)	Konfigurasi Elektron
				I	II				
Be	4	1.285	2.477	214	429	1,12	0,32	+1,85	(He)2s ²
Mg	12	650	1.220	175	345	1,60	0,78	+2,37	(Ne)3s ²
Ca	20	845	1.492	140	274	1,97	0,99	+2,87	(Ar)4s ²
Sr	38	757	1.370	132	253	2,25	1,25	+2,89	(Kr)5s ²
Ba	56	710	1.638	120	230	2,22	1,35	+2,90	(Xe)6s ²

Unsur-unsur alkali tanah adalah logam yang reaktif, sehingga di alam tidak terdapat dalam keadaan bebas. Atom logam alkali tanah mempunyai elektron valensi 2, bila elektron tersebut dilepaskan akan diperoleh susunan elektron gas mulia dan membentuk ion +2.

Dari tabel dapat dilihat bahwa, semakin ke bawah nomor atomnya semakin besar. Kereaktifan dan jari-jari atom logam alkali tanah meningkat sesuai dengan kenaikan nomor atom. Sebaliknya, titik didih dan titik leburnya menurun sesuai dengan kenaikan nomor atom.

Di banding logam alkali, golongan logam alkali tanah kurang reaktif.

b. Sifat Kimia

1) Kelarutan

Kelarutan garam-garam sulfat, kromat, oksalat, dan karbonatnya dari atas ke bawah semakin berkurang. Contoh: Dalam garam sulfat, magnesium tidak mengendap, calcium mengendap sedikit, stronsium mengendap, dan barium mengendap lebih banyak.

Kelarutan basa alkali tanah dari atas ke bawah semakin bertambah. Contoh: di dalam basa, magnesium mengendap tebal, kalsium mengendap tipis, stronsium dan barium tidak mengendap. Sifat kelarutan yang berbeda ini dapat digunakan untuk identifikasi dan memisahkan unsur alkali tanah.

2) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan air membentuk basa dan gas hidrogen, misalnya: $\text{Ca}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$

Untuk bereaksi dengan air, Be dan Mg perlu pemanasan dan basa yang terbentuk sukar larut dalam air. Untuk Ca, Sr, dan Ba reaksinya cepat.

- 3) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan oksigen
 Reaksi antara logam alkali tanah dengan oksigen akan terbentuk oksida.
 $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$ (dengan pemanasan)
 $2\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CaO}_{(s)}$ (tanpa pemanasan)
 $2\text{Ba}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{BaO}_{(s)}$
 Bila oksigennya berlebihan dan reaksi pada tekanan tinggi maka terjadi peroksida.
 $\text{Ba}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{BaO}_{2(s)}$
 Barium peroksida
- 4) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan asam
 Reaksi antara logam alkali tanah dengan asam akan membentuk garam dan gas hidrogen.
 $\text{Mg}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{MgSO}_{4(aq)} + \text{H}_{2(g)}$
 $\text{Ca}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$
- 5) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan gas hidrogen
 Reaksi antara logam alkali tanah dengan gas hidrogen akan terbentuk hidrida.
 $\text{Ca}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{CaH}_{2(s)}$
 Kalsium hidrida
 Hidrida direaksikan dengan air akan terbentuk basa dan gas hidrogen
 $\text{CaH}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} + 2\text{H}_{2(g)}$
- 6) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan gas nitrogen
 Reaksi antara logam alkali tanah dengan gas nitrogen akan terbentuk nitrida
 $3\text{Mg}_{(s)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_{2(s)}$ (pada suhu tinggi)
 $3\text{Ca}_{(s)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_{2(s)}$

Latihan 5

1. Bagaimana keteraturan jari-jari atom dan energi ionisasi pada logam alkali tanah?
2. Bagaimanakah sifat-sifat logam alkali tanah bila dibandingkan dengan logam alkali? Jelaskan!

5. Sifat-sifat unsur periode ketiga

Unsur-unsur yang terletak pada periode yang sama menunjukkan kecenderungan sifat kimia dan sifat fisika secara beraturan. Beberapa sifat fisika dan kimia unsur-unsur periode ketiga ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.15 Sifat-Sifat Unsur Periode Ketiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Nomor atom	11	12	13	14	15	16	17	18
Konfigurasi elektron	(Ne)3s ¹	(Ne)3s ²	(Ne)3s ² 3p ¹	(Ne)3s ² 3p ²	(Ne)3s ² 3p ³	(Ne)3s ² 3p ⁴	(Ne)3s ² 3p ⁵	(Ne)3s ² 3p ⁶
Masa atom relatif	22,98	24,31	26,98	28,08	30,97	32,04	35,45	36
Energi ionisasi I (kJ/mol)	495,8	737,6	577,4	786,2	1012	999,9	1255	1520
Elektronegativitas	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	3,0	>0
Titik didih (°C)	892	1107	2500	3280	281	445	-35	-186
Titik leleh (°C)	98	650	660	1410	44	119	-101	-18
Struktur	kristal logam	kristal logam	kristal logam	kristal kovalen raksasa	molekul poliatom	molekul poliatom	molekul diatom	molekul monoatom
Wujud	padat	padat	padat	padat	padat	padat	gas	gas
Sifat logam	logam	logam	logam	semilogam	nonlogam	nonlogam	nonlogam	nonlogam
Pot. elektroda standar (E°)	-2,71	-2,37	-1,66	-0,86	-0,43	+0,36	+1,36	-
Sifat asam basa	basa	basa	amfoter lemah	asam lemah	asam lemah	asam kuat	asam kuat	-

Unsur-unsur dalam satu periode mempunyai jumlah kulit yang sama, tetapi berbeda elektron valensinya, hal ini menyebabkan perbedaan sifat kimianya.

a. Sifat fisika

1) jari-jari atom

Jari-jari atom dari kiri ke kanan semakin kecil, karena muatan intinya bertambah sehingga gaya tarik inti terhadap elektron semakin besar, Na mempunyai jari-jari paling besar

2) energi ionisasi

Energi ionisasi dari kiri ke kanan cenderung semakin besar. Energi ionisasi Mg lebih besar daripada Al, karena Mg mempunyai elektron valensi yang sudah berpasangan semua (penuh). Begitu juga dengan P dan S, unsur P mempunyai energi ionisasi lebih besar daripada S karena P mempunyai subkulit p setengah penuh yang lebih stabil.

3) Titik didih dan titik lebur

Titik didih dan titik lebur semakin bertambah dari Na sampai dengan Si kemudian menurun tajam pada P. Ini berkaitan dengan struktur dari zat tersebut dan ikatan logamnya

Na, Mg dan Al mempunyai struktur kristal logam dan ikatan logamnya semakin kuat dari kiri ke kanan karena elektron valensinya semakin banyak, Si membentuk kristal kovalen raksasa, sehingga titik didihnya paling tinggi P dan S mempunyai struktur kovalen lebih sederhana, sehingga mempunyai titik didih dan titik lebur lebih rendah dibanding logam. Cl dan Ar adalah molekul gas, sehingga antarmolekulnya hanya mempunyai gaya dispersi.

4) Sifat Logam

- Sifat logam suatu unsur berkaitan dengan sifat makin mudahnya suatu unsur melepaskan elektron (energi ionisasi rendah). Unsur-unsur periode ketiga sifat logamnya dari kiri ke kanan makin berkurang karena energi ionisasinya makin besar.
- Logam natrium, magnesium, dan aluminium merupakan penghantar (konduktor) panas dan listrik. Hal tersebut disebabkan elektron valensi dari atom logam yang bebas bergerak.

b. Sifat kimia

1) Sifat Pereduksi dan Pengoksidasi

Dengan melihat harga potensial reduksi standar (E°), unsur-unsur dengan E° semakin besar maka daya pengoksidasinya makin kuat. Sedangkan unsur-unsur dengan E° semakin kecil daya pereduksinya makin kuat. Dengan demikian natrium merupakan unsur logam yang memiliki daya pereduksi terkuat sedangkan klorin merupakan unsur nonlogam yang memiliki daya pengoksidasi terbesar.

2) Sifat Asam Basa Hidroksida

Senyawa hidroksida unsur-unsur periode ketiga dituliskan sebagai $A(OH)_x$

A = unsur periode ketiga

x = bilangan oksidasi unsur A

OH = gugus hidroksida

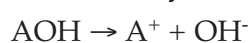
Tabel 3.16 Senyawa Hidroksida Unsur Periode Ketiga

No.	Unsur periode ketiga	Bilangan oksidasi	Senyawa hidroksida
1.	Natrium (Na)	+1	NaOH
2.	Magnesium (Mg)	+2	Mg(OH) ₂
3.	Aluminium (Al)	+3	Al(OH) ₃
4.	Silikon (Si)	+4	Si(OH) ₄
5.	Fosfor (P)	+3	P(OH) ₃
		+5	P(OH) ₅

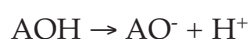
No.	Unsur periode ketiga	Bilangan oksidasi	Senyawa hidroksida
6.	Belerang (S)	+4	$S(OH)_4$
		+6	$S(OH)_6$
7.	Klorin (Cl)	+1	$Cl(OH)$
		+3	$Cl(OH)_3$
		+5	$Cl(OH)_5$
		+7	$Cl(OH)_7$

Jenis ikatan antara unsur periode ke-3 dengan gugus OH^- mempengaruhi sifat hidroksidanya. Sifat senyawa-senyawa ini ada yang merupakan senyawa ion dan kovalen.

Senyawa hidroksida yang berikatan ion bersifat basa karena senyawa hidroksidanya melepaskan ion OH^- (pembawa sifat basa).



Senyawa hidroksida yang berikatan kovalen bersifat asam karena senyawa hidroksidanya dapat melepaskan ion H^+ (pembawa sifat asam).



Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa unsur-unsur dalam satu periode makin ke kiri sifat basanya makin kuat dan makin ke kanan sifat asamnya makin kuat.

Latihan 6

1. Pada unsur-unsur periode ke-3 manakah unsur yang bersifat logam, metaloid dan nonlogam?
2. Bagaimanakah sifat asam pada unsur-unsur periode ke-3 dari kiri ke kanan?
3. Mengapa titik didih Al lebih besar dari Mg dan Mg lebih besar dari Na?

6. Sifat-sifat Unsur Transisi Periode Ke-4

Unsur transisi dalam satu periode mempunyai persamaan sifat. Dalam sistem periodik unsur, unsur transisi periode keempat dimulai dari nomor atom 21 sampai dengan 30. Unsur-unsur tersebut adalah Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, dan Zn.

Unsur-unsur transisi mempunyai sifat-sifat seperti tabel berikut.

Tabel 3.17 Sifat-sifat Unsur Transisi

Unsur	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Nomor atom	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Konfigurasi	(Ar)3d ¹ 4s ²	(Ar)3d ² 4s ²	(Ar)3d ³ 4s ²	(Ar)3d ⁵ 4s ¹	(Ar)3d ⁶ 4s ²	(Ar)3d ⁶ 4s ²	(Ar)3d ⁷ 4s ²	(Ar)3d ⁸ 4s ²	(Ar)3d ¹⁰ 4s ¹	(Ar)3d ¹⁰ 4s ²
Bilangan oksidasi	+3	+2+3+4	+2+3 +4+5	+2+3+6	+2+3+4 +6+7	+2+3	+2+3	+2+3	+1+2	+2
Energi ionisasi I (Kkal)	151	158	155	156	171	182	181	176	178	217
Jari-jari atom (Å)	1,44	1,32	1,22	1,17	1,17	1,16	1,16	1,15	1,17	1,26
Jari-jari ion M ²⁺	-	0,90	0,88	0,84	0,80	0,76	0,74	0,72	0,72	0,72
Jari-jari ion M ³⁺	0,81	0,76	0,74	0,69	0,66	0,64	0,63	-	-	-
Rapatan(g/cm ³)	3	4,49	5,98	6,9	7,4	7,9	8,8	8,90	8,94	7,13
Potensial reduksi M ²⁺ + 2e → M _(s)	-	-16	-1,2	-0,91	-1,18	-0,44	0,28	-0,25	+34	-76
Titik didih (°C)	3900	3130	3530	2480	2087	2800	3520	2800	2583	907
Titik lebur (°C)	1400	1812	1730	1900	1244	1535	1493	1455	1083	419

a. Sifat Fisika

Unsur transisi periode keempat semuanya bersifat logam, merupakan konduktor panas dan listrik yang baik, dapat bersifat dipengaruhi magnet, bila digosok mengkilap, mudah ditempa dapat diregangkan dan dapat dibentuk.

1) Sifat Logam Unsur Transisi

Unsur-unsur transisi yang memiliki elektron valensi 1 atau 2 sangat mudah melepaskan elektron valensinya, sehingga atom-atom unsur transisi saling berikatan dengan ikatan logam yang kokoh. Bila dibanding dengan unsur logam (golongan utama), ikatan logam unsur transisi jauh lebih kuat. Hal ini disebabkan elektron valensi yang dilepaskan lebih banyak. Di samping itu elektron-elektron yang ada pada orbital d belum penuh. Titik didih, titik lebur, daya hantar listrik yang baik, dan kekerasan yang sedang sampai tinggi adalah akibat dari cepat tersedianya elektron untuk membentuk ikatan logam.

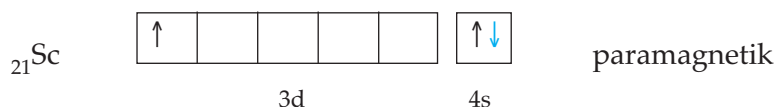
2) Sifat Kemagnetan Unsur Transisi

Atom, ion, atau molekul yang mengandung elektron tidak berpasangan dapat ditarik magnet. Zat yang demikian bersifat paramagnetik. Makin banyak elektron yang tidak berpasangan, makin besar sifat paramagnetiknya. Zat yang sifat paramagnetiknya sangat besar disebut ferromagnetik. Bila suatu atom, ion, atau molekul

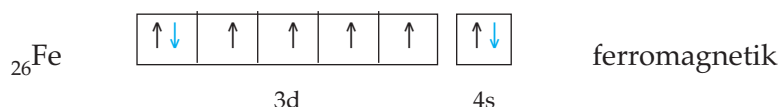
mengandung elektron berpasangan semua maka zat itu ditolak oleh magnet, dan disebut diamagnetik.

Contoh

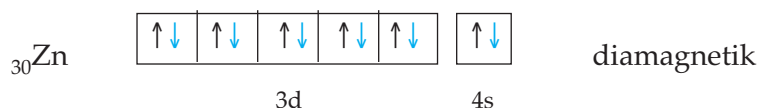
Skandium (Sc) nomor atomnya 21 mempunyai satu elektron yang belum berpasangan, sehingga Sc dapat ditarik magnet.



Besi (Fe) nomor atomnya 26 mempunyai empat elektron yang belum berpasangan, sehingga Fe sangat kuat ditarik magnet.



Seng (Zn) nomor atomnya 30 mempunyai elektron yang sudah berpasangan semua, sehingga tidak ditarik magnet.



3) Pada Umumnya Unsur-unsur Transisi Membentuk Senyawa Berwarna

Percobaan: Menyelidiki Warna Unsur Transisi

Sediakan 5 buah gelas arloji! Ambillah satu spatula (sendok) kristal CuSO_4 dan letakkan pada gelas arloji pertama!

Letakkan kristal $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada gelas arloji 2

Letakkan kristal KMnO_4 pada gelas arloji 3

Letakkan kristal FeCl_3 pada gelas arloji 4

Letakkan kristal NiSO_4 pada gelas arloji 5

Amatilah warna kristal tersebut dan catat hasilnya

Elektron-elektron pada orbital d mudah tereksitasi sambil menyerap energi cahaya pada spektrum sinar tampak. Sehingga pada umumnya senyawa-senyawa unsur transisi berwarna kecuali Sc dan Zn. Pada ion Sc^{3+} tidak mempunyai elektron pada orbital d, sedangkan Zn^{2+} orbital d-nya sudah penuh elektron sehingga elektron sulit tereksitasi.

Daftar warna ion unsur transisi terdapat pada tabel berikut.

Tabel 3.18 Warna Ion Unsur Transisi

Warna	Ion
Tak berwarna	Sc^{3+} , Ti^{4+} , Cu^+ , Zn^{2+}
Kuning	Fe^{3+} , CrO_4^{2-}
Merah muda	Co^{2+} , Mn^{2+}
Jingga	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
Hijau	Fe^{2+} , V^{3+} , Ni^{2+}
Biru	Cr^{2+} , Cu^{2+}
Ungu	Ti^{3+} , MnO_4^-

b. Sifat Kimia

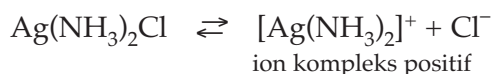
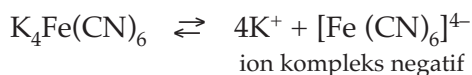
Unsur transisi mempunyai beberapa bilangan oksidasi, karena unsur transisi mempunyai elektron-elektron yang tingkat energinya hampir sama dalam orbital 3d dan 4s. Perbedaan tingkat energi yang relatif kecil ini memungkinkan variasi jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi berbeda-beda sehingga mempunyai bilangan oksidasi yang berbeda dalam berbagai senyawanya.

Tabel 3.19 Bilangan Oksidasi Unsur Transisi

Unsur	Total elektron di 4s dan 3d	Bilangan oksidasi	Contoh senyawa
Sc	3	+3	ScCl_3
Ti	4	+2, +3, +4	TiO , Ti_2O_3 , TiCl_4
V	5	+1, +2, +3, +4, +5	VO , V_2O_3 , V_2O_5
Cr	6	+1, +2, +3, +4, +5, +6	Cr_2O_3 , CrF_6
Mn	7	+1, +2, +3, +4, +5, +6, +7	MnO , MnCl_2 , Mn_2O_4
Fe	8	+1, +2, +3, +4, +5, +6	FeCl_2 , Fe_2O_3
Co	9	+1, +2, +3, +4, +5	CoO , CoCl_3
Ni	10	+1, +2, +3, +4	NiCl_2 , NiO_2
Cu	11	+1, +2, +3	CuCl , CuO
Zn	12	+2	ZnCl_2

Unsur transisi dapat membentuk senyawa kompleks/ion kompleks. Senyawa kompleks dapat terionisasi menjadi ion kompleks.

Misalnya:



7. Senyawa atau Ion Kompleks

Pembentukan ion kompleks dari unsur-unsur transisi disebabkan adanya peranan elektron yang menempati pada subkulit 3d, 4s, dan 4p. Elektron-elektron pada subkulit inilah yang mengadakan ikatan dengan atom atau gugus atom yang lain.

a. Struktur ion kompleks

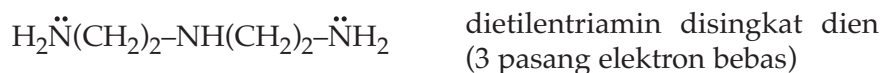
Ion kompleks terdiri atas ion logam (unsur transisi) sebagai ion pusat yang dikelilingi oleh sekelompok anion atau molekul yang disebut ligan. Dalam ion kompleks, ion logamnya mempunyai orbital-orbital yang kosong dan pada ligan memiliki pasangan elektron bebas, sehingga membentuk ikatan kovalen koordinasi. Ligan menyumbangkan pasangan elektron bebas kepada orbital-orbital ion logam transisi sebagai atom pusat.

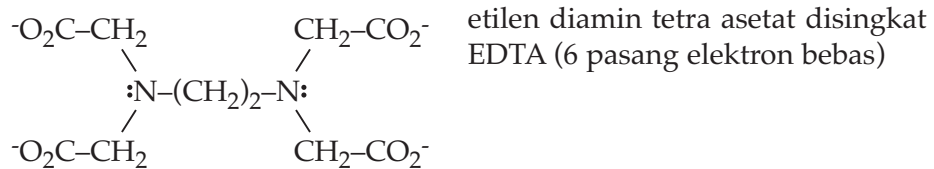
b. Ligan

Ligan adalah anion atau molekul netral yang dapat menyumbangkan pasangan elektron kepada ion pusat sehingga ligan merupakan donor pasangan elektron bebas. Ligan terdiri atas ligan anion (misalnya Cl^- , CN^- , SO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) dan ligan netral (misalnya H_2O dan NH_3).

Macam-macam ligan sebagai berikut.

- Ligan monodentat, yaitu ligan yang hanya menyumbangkan satu pasang elektron bebas misalnya Cl^- , OH^- , CN^- , NO_3^- , Br^- , F^- , I^- , H_2O dan NH_3
- Ligan bidentat, yaitu ligan yang dapat menyumbangkan dua pasang elektron bebas, misalnya $\text{H}_2\ddot{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$ (etilendiamin) disingkat en dan $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (ion oksalat) disingkat ox.
- Ligan polidentat, yaitu ligan yang dapat menyumbangkan 3, 4, 5 atau 6 pasangan elektron bebas, misalnya





Nama-nama ligan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.20 Nama-Nama Ligan

Ligan	Nama
H ₂ O	akuo
NH ₃	amin
Cl ⁻	kloro
CN ⁻	siano
NO ₃ ⁻	nitrate
SO ₄ ²⁻	sulfato
NO ₂	nitro
OH ⁻	hidrokso
C ₂ O ₄ ²⁻	oksalato
CO ₃ ²⁻	karbonato
O ²⁻	okso

c. Bilangan koordinasi

Bilangan koordinasi menyatakan banyaknya ligan atau banyaknya ikatan koordinasi yang terjadi dalam suatu ion atau senyawa kompleks. Bilangan koordinasi beberapa logam pembentuk senyawa kompleks dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.21 Bilangan Koordinasi

Ion	Bilangan koordiansi	Ion	Bilangan koordinasi
Ag ⁺	2	Zn ²⁺	4, 6
Au ⁺	2, 4	Al ³⁺	4, 6
Cu ⁺	2, 4	Sc ³⁺	6
Fe ²⁺	6	Cr ³⁺	6
Co ²⁺	4, 6	Fe ³⁺	6
Ni ²⁺	4, 6	Au ³⁺	4
Cu ²⁺	4, 6	-	-

Contoh ion kompleks

1) Ion kompleks positif



Cu^{2+} = atom pusat/ion pusat

NH_3 = ligan

4 = bilangan koordinasi

2+ = muatan ion kompleks

2) Ion kompleks negatif



Fe^{2+} = atom pusat/ion pusat

CN^- = ligan

6 = bilangan koordinasi

4- = muatan ion kompleks

d. Mengitung muatan ion kompleks berdasarkan muatan ion pusat dan ligan

Berikut ini disajikan beberapa contoh menghitung muatan ion kompleks sederhana berdasarkan muatan ion pusat dan ligan.

Contoh

1) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^n$

muatan atom pusat Ag = +1

muatan ligan NH_3 = 0 (netral)

muatan ion kompleks = muatan atom pusat + (bilangan koordinasi x muatan ligan)

$$n = \text{muatan Ag} + 2 (\text{muatan NH}_3)$$

$$n = +1 + 2(0)$$

$$n = +1$$



2) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^n$

muatan Cu = +2

muatan NH_3 = 0

muatan ion kompleks = muatan Cu + 4 (muatan NH_3)

$$n = +2 + 4(0)$$

$$n = +2$$





muatan Cr = +3

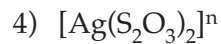
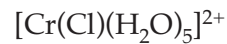
muatan Cl = -1

muatan H_2O = 0

muatan ion kompleks = muatan Cr + 1(muatan Cl) + 5(muatan H_2O)

$n = +3 + 1(-1) + 5(0)$

$n = +2$



muatan Ag = +1

muatan S_2O_3 = -2

muatan ion kompleks = muatan Ag + 2 (muatan S_2O_3)

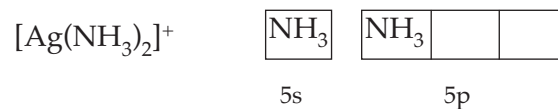
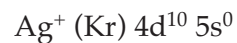
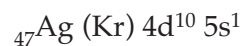
$n = +1 + 2(-2)$

$n = +1 - 4$

$n = -3$

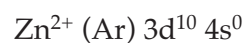
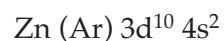
**e. Bentuk ion kompleks**

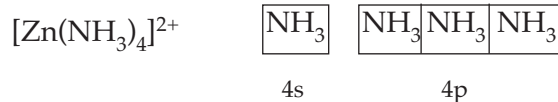
- 1) Ion kompleks dengan bilangan koordinasi 2, mempunyai bentuk linear, dimana kedua pasangan elektron bebas hasil sumbangan ligan-ligan diarahkan ke ion pusat sebagai ikatan koordinasi yang kedudukannya sama jauh



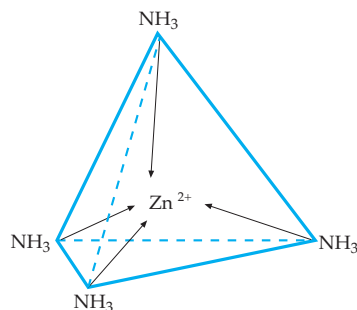
Contoh lainnya yaitu $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, $[\text{AuCl}_2]^-$, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, dan $[\text{AgCl}_2]^-$.

- 2) Ion kompleks dengan bilangan koordinasi 4, ligan-ligannya menempati posisi tetrahedral, misalnya $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$



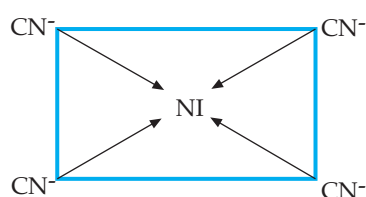


Hibridisasi sp^3



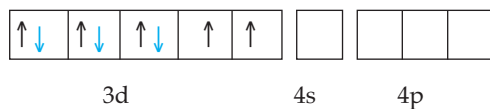
Gambar 3.2

Contoh lainnya yaitu $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, $[\text{FeCl}_4]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$, dan $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$.

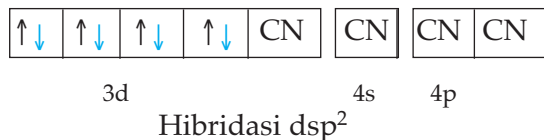


Gambar 3.3

Ada juga ion kompleks dengan bilangan koordinasi 4, ligan-ligannya menempati posisi segi empat planar misalnya $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, ${}_{28}\text{Ni}(\text{Ar}) 3d^8 4s^2$, $\text{Ni}^{2+}(\text{Ar}) 3d^8 4s^0$

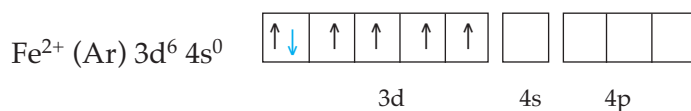
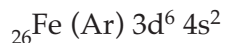


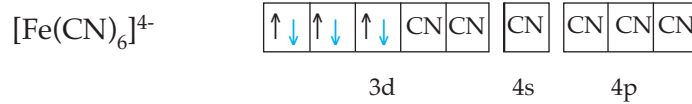
Karena CN^- termasuk ligan kuat, maka kekuatan ligan tersebut mampu memasangkan elektron yang tidak berpasangan.



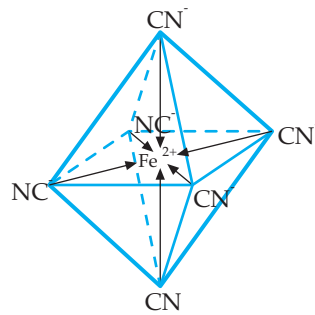
Contoh lainnya yaitu $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Au}(\text{Cl}_4)]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, dan $[\text{PtCl}_4]^{2-}$.

- 3) Ion kompleks dengan bilangan koordinasi 6, ligan-ligannya menempati posisi oktahedral/oktahedron. Keenam pasangan elektron bebas sumbangan ligan-ligan diarahkan pada ion pusat sebagai ikatan koordinasi dan menempati kedudukan yang sama jauh, misalnya $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$





Hibridasi: d^2sp^3



Gambar 3.4

Contoh lainnya yaitu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, dan $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$.

f. Ion kompleks mempunyai tata nama tertentu

Aturan pemberian nama ion kompleks atau senyawa kompleks menurut IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) adalah sebagai berikut.

- 1) Kation disebut lebih dahulu kemudian diikuti nama anion seperti pada senyawa NaCl dinamakan natrium klorida
- 2) Pada ion kompleks atau kompleks netral nama ligan disebut lebih dahulu kemudian diikuti ion logam.
- 3) Banyaknya ligan dinyatakan dengan awalan mono (1) di (2), tri (3), tetra (4), dan seterusnya. Apabila ligan sudah mengandung awalan, misalnya etilendiamina jumlahnya dinyatakan dengan awalan bis (2), tris (3) tetrakis (4) pentakis (5), heksakis (6), dan seterusnya.
- 4) Pemberian nama ligan berdasarkan urutan abjad, jika terdapat ligan lebih dari satu.
- 5) Jika senyawa kompleks mengandung kation kompleks atau molekul netral, nama atom pusat disebut dengan menyatakan bilangan oksidasinya dengan angka romawi di dalam kurung. Bila senyawa kompleks merupakan anion kompleks nama atom pusat diberi akhiran at.

Contoh

- 1) Kation kompleks
 - $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ion diamin perak (I)
 - $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ion tetraakuo tembaga (II)
- 2) Anion kompleks
 - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ion heksasiano ferrat (II)
 - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ion heksasiano ferrat (III)

3) Senyawa kompleks

$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$	diamin perak (I) klorida
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	kalium heksasiano ferrat (III)
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$	tetraamin tembaga (II) sulfat

Latihan 7

1. Mengapa unsur-unsur transisi pada umumnya mempunyai banyak bilangan oksidasi dan berwarna?
2. Tuliskan nama ion/senyawa kompleks di bawah ini:
 - a. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$
 - b. $(\text{PtCl}_4)^{2-}$
 - c. $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$
 - d. $(\text{NH}_4)_2\{\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_5\}$
3. Tuliskan rumus kimia ion/senyawa kompleks di bawah ini
 - a. Kalium tetrakloro kuprat (II)
 - b. Heksaamin kobal (III) nitrat
 - c. Ion diamin tetra kloro kobaltat (III)
 - d. Ion ditiosulfato argentat (I)

8. Karbon, Nitrogen dan Oksigen

Karbon, nitrogen, dan oksigen terletak pada perioda 2 di mana karbon termasuk golongan IVA, nitrogen golongan VA, dan oksigen golongan VIA

a. Karbon

Unsur karbon terkandung di dalam semua tumbuhan dan hewan. Sekitar 23% massa dari tubuh manusia adalah karbon.

1) Sifat fisis

Karbon memiliki beberapa allotropi di antaranya grafit dan intan. Grafit bersifat lunak, licin, rapuh dan dapat menghantarkan listrik. Sedangkan intan bersifat keras dan tidak dapat menghantarkan listrik. Intan lebih keras daripada grafit karena intan mempunyai struktur kovalen raksasa, intan tidak dapat menghantarkan listrik karena tidak memiliki elektron bebas

2) Sifat kimia

Karbon memiliki sifat khas karena karbon mempunyai elektron valensi sebanyak 4. Karbon dapat berikatan dengan karbon lainnya membentuk rantai karbon dengan ikatan kovalen

Grafit mempunyai struktur atom C yang kuat sehingga grafit tahan

terhadap oksidasi, intan mempunyai struktur kovalen raksasa sehingga baru dapat dioksidasi pada suhu yang sangat tinggi. Untuk senyawa karbon dengan rantai karbon pendek lebih mudah teroksidasi dan lebih reaktif.

b. Nitrogen

Di udara kering terdapat 78% nitrogen

1) Sifat fisis

- sedikit larut dalam air
- wujud gas

2) Sifat kimia

- Nitrogen mempunyai bilangan oksidasi -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5

Contoh:

Bilangan oksidasi -3 : NH_3

Bilangan oksidasi +2 : NO

Bilangan oksidasi -2 : N_2H_4

Bilangan oksidasi +3 : HNO_2

Bilangan oksidasi -1 : NH_2OH

Bilangan oksidasi +4 : NO_2

Bilangan oksidasi 0 : N_2

Bilangan oksidasi +5 : HNO_3

Bilangan oksidasi +1 : N_2O

- Mempunyai struktur molekul diatomik (N_2) dengan ikatan kovalen rangkap 3 ($\text{N} \equiv \text{N}$)
- Tidak reaktif pada suhu rendah tetapi dapat bereaksi pada suhu tinggi

c. Oksigen

Unsur oksigen mempunyai 2 alotropi, yaitu oksigen (O_2) dan molekul ozon (O_3)

1) sifat fisis

Oksigen

- gas tidak berbau dan tidak berwarna
- terdapat di udara

Ozon

- gas berbau menusuk dan berwarna biru
- terdapat di lapisan stratosfer

2) sifat kimia

Oksigen

- molekul diatomik dengan ikatan kovalen rangkap $\text{O}=\text{O}$

Ozon

- molekul triatomik dengan ikatan kovalen rangkap dan

Oksigen

- merupakan oksidator (biasanya untuk pembakaran)

Ozon



- merupakan oksidator kuat

Latihan 8

1. Apa perbedaan grafit dan intan?
2. Tulis bilangan oksidasi N pada senyawa:
 - a. N_2H_4
 - b. N_2O
 - c. HNO_2
 - d. N_2O_5
 - e. HNO_3
3. Sebutkan perbedaan oksigen dan ozon!

C. KEGUNAAN, DAMPAK, PEMBUATAN UNSUR DAN SENYAWA

1. Kegunaan Unsur dan Senyawa

a. Gas Mulia

1) Helium (He)

- Helium digunakan pengisi balon sebagai pengganti gas hidrogen yang mudah terbakar.
- Helium dicampur dengan gas oksigen (O_2) untuk pernapasan para penyelam dan para pekerja terowongan dengan tekanan tinggi. (He = 80%, O_2 = 20%).
- Helium cair digunakan sebagai pendingin karena titik didihnya sangat rendah.
- Helium digunakan sebagai peluru atomer untuk mentransformasi suatu inti atom.

2) Neon (Ne)



- Neon digunakan untuk mengisi lampu reklame dengan warna merah jingga. Gas mulia yang lain dapat digunakan untuk mengisi lampu reklame warna, antara lain:
Helium: merah pucat
Krypton: biru pucat
Xenon: hijau biru

Gambar 3.5

- Neon biasa digunakan untuk lampu landasan pesawat terbang.
- Neon cair digunakan sebagai pendingin.

3) Argon (Ar)



- Argon dapat digunakan untuk bola lampu.
- Argon digunakan sebagai atmosfer inert logam di industri dan eksperimen di laboratorium.

Gambar 3.6

4) Krypton (Kr)



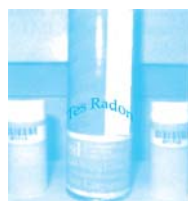
Gambar 3.7

- Krypton biasa digunakan untuk lampu di landasan pesawat terbang, mercusuar, lampu fotografi berkecepatan tinggi, fluo resensi, dan laser untuk merawat retina mata.
- Krypton dapat digunakan untuk mengontrol ketebalan kertas.

5) Xenon (Xe)

- Xenon untuk lampu blitz.
- Untuk pembiusan dan pembedahan (mempunyai sifat anestesia).

6) Radon (Rn)



Radon digunakan dalam terapi radiasi bagi penderita kanker.

Gambar 3.8

b. Halogen

1) Fluorin



Gambar 3.9

- HF digunakan untuk mensketsa kaca karena HF bereaksi dengan kaca (SiO_2), yaitu untuk membuat gambar pada gelas, membuat skala pada buret dan termometer $4\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.
- Sebagai lapisan antilengket pada panci teflon (polimer $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$).
- Untuk pasta gigi (pasta gigi yang mengandung fluorida), Na_2SiF_6 (natrium heksafluorosilikat).

- Fluorin digunakan sebagai pendingin (CF_2Cl_2 , CClF_3).
- Kriolit (Na_3AlF_6), untuk pelarut pada pengolahan logam aluminium.

2) Klorin



Gambar 3.10

- Kapur klor (CaOCl_2) digunakan sebagai serbuk pemutih/pengelantang.
- Kaporit Ca (OCl_2), sebagai disinfektan, digunakan pada pengolahan air minum untuk membunuh bakteri.
- Natrium hipoklorit (NaClO) sebagai pemutih tepung.
- Natrium klorida (NaCl) digunakan sebagai penyedap dan pengawet makanan.
- Kalium klorat (KClO_3) digunakan sebagai bahan baku pembuatan petasan, kembang api, dan kepala korek api.
- Atenrin ($\text{C}_{23}\text{H}_{30}\text{CN}_3\text{Cl}$) sebagai obat malaria.
- DDT (diklor difenil triklor etana) sebagai bahan pestisida.
- Sengklorida (ZnCl_2) sebagai bahan pematris (solder).
- Amonium klorida (NH_4Cl) sebagai elektrolit pengisi batu baterai.
- Bahan baku pembuat plastik PVC (CH_2CHCl).

3) Bromin



Gambar 3.11

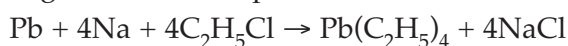
- Natrium bromida (NaBr) digunakan sebagai obat penenang syaraf.
- Perak bromida (AgBr) digunakan untuk melapisi film dan kertas foto.
- Etilendibromida ($\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$) digunakan untuk meningkatkan kualitas bensin sebagai zat antiknocking dalam bensin.

c. Alkali

Logam Na dan Senyawa Na

1) Logam Na

- Digunakan sebagai reduktor pada pemisahan boron dan silikon.
- dalam keadaan cairan digunakan sebagai medium penghantar panas.
- Pengisi lampu Na dalam keadaan uapnya.
- Digunakan dalam pembuatan TEL, zat antiknocking pada bensin.



2) NaCl (garam dapur)

- Sebagai pengawet makanan bahan baku pembuatan logam Na, gas Cl_2 , NaOH , Na_2CO_3 .
- Sebagai bumbu masak.
- Untuk mencairkan salju pada musim panas.
- Untuk larutan infus.

3) Na_2CO_3 (soda cuci)

- Sebagai bahan pembuat sabun.
- Bahan pembuat gelas.
- Menghilangkan kesadahan.

4) NaOH (soda api)/sabun

Gambar 3.12

- sebagai bahan pembuat sabun dan detergen.
- Untuk industri tekstil, kertas, dan zat warna.
- Sebagai pembuat senyawa natrium, yaitu Na_2CO_3 , NaClO , dan NaClO_3 .
- Untuk pemurnian bauksit.

5) NaHCO_3 (soda kue)

Gambar 3.13

- Sebagai bahan mengembangkan adonan pada pembuatan kue.
- Sebagai campuran pada minuman botol agar menghasilkan CO_2 .
- Untuk pemadam kebakaran yang dapat menghasilkan CO_2 bila dicampur dengan HCl .

6) Na benzoat 

Gambar 3.14

Sebagai zat pengawet makanan dalam kaleng dan sebagai obat reumatik.

7) Natrium glutamat (MSG)



Gambar 3.15

Sebagai penyedap rasa.

8) *Natrium salisilat*

Sebagai obat penurun panas.

Gambar 3.16

Senyawa kalium1) KNO_3

- Sebagai pupuk.
- Sebagai bahan pembuatan petasan.

2) KCl

Sebagai pupuk, sebagai bahan pembuat logam K, dan KOH.

3) $KClO_3$

Sebagai bahan korek api, petasan, dan peledak.

4) KOH

Sebagai elektrolit batu baterai alkali dan sebagai bahan pembuat sabun lunak.

d. Alkali Tanah**Logam magnesium dan senyawa magnesium**1) *Logam Mg*

Gambar 3.17

- Sebagai magnalium, yaitu paduan 10% logam magnesium dan 90% aluminium. Digunakan pada badan pesawat udara karena magnalium bersifat kuat dan ringan.
- Untuk mencegah korosi pada besi.
- Mg foil untuk kembang api tetes..

2) *Senyawa Mg*

Gambar 3.18

- $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (garam Inggris)
 - Sebagai obat pencahar, pupuk tanaman, zat tambahan makanan ternak.
 - $Mg(OH)_2$ (antasida), sebagai obat maag.
 - $MgCO_3$ (dolomit), untuk menetralkan tanah yang bersifat asam.
 - MgO , sebagai batu tahan panas pada tanur tinggi.
- 3) *Senyawa Ca*
- CaO dan $CaCO_3$, sebagai bahan campuran pada material bangunan.

- $\text{CaO}_3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ (asbes), sebagai bahan material yang tahan terhadap api.
- $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (gips). sebagai perekat tulang pada cedera retak tulang (fraktur).
- CaC_2 (karbit), direaksikan dengan air untuk pengelasan.
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (kalium fosfat), untuk pupuk tanaman.

4) Logam berilium

- Paduan Be-Cu dapat diolah menjadi peralatan kunci pas, obeng, dan lain-lain. Karena paduan Be - Cu bersifat keras seperti baja serta tidak menimbulkan api jika terkena aliran listrik.
- Logam Be dipakai sebagai kerangka pesawat ruang angkasa dan kerangka rudal karena sangat ringan.

e. Aluminium

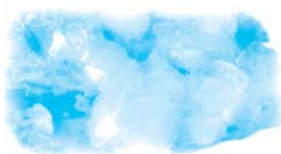
1) Logam Al



Gambar 3.19

- Al foil untuk pembungkus obat dan makanan.
- Sebagai bahan perabot rumah tangga.
- Sebagai bahan konstruksi bangunan, kendaraan, pesawat terbang, kapal laut.
- Sebagai bahan campuran logam-logam aliase misalnya magnalium, duralium (9,6% Al, 4% Cu) suatu aliase yang tahan karat, alnico (50% Fe, 20% Al, 20% Ni, 10% Co) adalah magnet yang sangat kuat.

2) Senyawa Al



Gambar 3.20

- $\text{Al}(\text{OH})_3$ berfungsi sebagai obat maag.
- $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ berfungsi sebagai pewarna tekstil.
- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (tawas) biasa untuk menjernihkan air.
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (bauksit) dan Na_3AlF_6 (kriolit) sebagai bahan bakar pembuatan logam Al)

f. Karbon (C)

1) Arang aktif

- Sebagai adsorbse pada perkakas untuk menghilangkan bau yang tidak sedap.
- Sebagai norit untuk obat sakit perut.

2) Intan



Sebagai mata bor dan untuk perhiasan mahal.

Gambar 3.21

3) Grafit

- Sebagai elektroda inert pada proses elektrolisis.
- Sebagai isi pensil.

4) Kokas

- Sebagai bahan bakar pada metalurgi pengolahan besi.

5) Batu bara

- Sebagai bahan bakar menggantikan bahan bakar minyak.
- SiC (silikon karbida atau karborondum).
- Na_2SiO_3 (Natrium silikat), untuk pengisi pembuatan sabun detergen.

h. Belerang (S)



Gambar 3.22

- Untuk memproduksi senyawa asam sulfat (H_2SO_4).
- Untuk vulkanisir karet, belerang dapat mengikat molekul-molekul karet.
- Campur belerang, KNO_3 dan karbon untuk pembuatan serbuk mesiu.

i. Krom (Cr)



Gambar 3.23

- Untuk melapisi logam lain agar tahan terhadap karet.
- Untuk membuat stainless steel (64% Fe, 18% Cr, dan 18% Ni).
- Paduan 15% Cr, 60% Ni, dan 25% Fe untuk membuat filamen pemanas.

j. Tembaga (Cu)



Gambar 3.24

- Untuk instalasi dan peralatan listrik.
- Membuat berbagai perabot dan barang kerajinan.
- Membuat paduan logam, kuningan (paduan 67% dan 33% Zn, perunggu (paduan 90% Cu dan 10% Zn).

k. Seng (Zn)

- Sebagai atap rumah.
- Untuk melapisi logam lain (agar terhindar dari korosi).
- Untuk pembungkus batu baterai.

l. Besi (Fe)



Gambar 3.25

- Sebagai kerangka bangunan, kendaraan, dan peralatan pertanian.
- Bahan baku berbagai macam baja.
- Senyawa besi $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ sebagai pigmen warna biru pada cat.
- Senyawa $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ sebagai tinta cetak biru (blueprint), untuk gambar rancang bangun.
- Senyawa FeCl_3 terkandung pada tablet kurang darah.

m. Oksigen (O_2)



Gambar 3.26

- Digunakan untuk pernapasan semua makhluk hidup.
- Dalam keadaan cair untuk bahan-bahan roket.
- Untuk bantuan pernapasan, misalnya pasien di rumah sakit, pendaki gunung, dan penyelam.
- Digunakan dalam industri logam, pembuatan baja, dan industri kimia.
- Untuk penanganan limbah.

n. Nitrogen (N_2)



Gambar 3.27

- Gas N_2 untuk mengisi ban mobil karena pemuaian termalnya yang konstan.
- Nitrogen cair digunakan untuk pembekuan makanan secara cepat, N_2 mempunyai titik didih rendah.
- Sebagai bahan pembuatan NH_3 , NH_3 merupakan bahan pembuatan pupuk asam nitrat, dan bahan peledak.
- N_2H_2 (hidrozin) digunakan sebagai bahan bakar roket.

2. Dampak Unsur dan Senyawa

Radon (Rn)

Radon dapat menimbulkan kanker paru-paru.

Klorofluoro karbon/CFC

CFC dalam stratosfer akan bereaksi dengan atom O_3 , menyebabkan pengurangan kadar O_3 . Berkurangnya ozon tidak dapat mencegah sinar UV sampai ke permukaan bumi

Diklorodifenil trikloro etana (DDT)

Pestisida (DDT) tidak terurai secara alami, akibatnya terakumulasi dalam jaringan tubuh manusia. Hewan-hewan yang lain akan terkontaminasi lewat rantai makanan.

Karbon tetraklorida (CCl_4)

Menyebabkan kerusakan hati.

Triklorometana ($CHCl_3$)

Menyebabkan kerusakan jaringan syaraf.

Asbes ($CaO.3MgO.4SiO_2$)

Asbes dapat menyebabkan penyakit yang disebut asbestosis.

Asbestosis merupakan gejala sesak napas, yang diikuti dengan ekskresi dahak dan batuk, serta pembesaran ujung-ujung jari.

Unsur Aluminium (Al)

Unsur Al dalam bentuk powder (bubuk).

Aluminium oksida (Al_2O_3)

Al_2O_3 (alumina) dalam bentuk debu beracun (jika terhirup)

Bauksit ($Al_2O_3 \cdot xH_2O$)

Penambangan bauksit menyebabkan kerusakan pada ekosistem.

Unsur karbon (C)

Unsur karbon mudah terbakar, beracun jika terisap dalam bentuk debu.

Karbon dioksida (CO_2)

Pembakaran sempurna senyawa karbon menghasilkan CO_2 , gas CO_2 menyebabkan efek rumah kaca.

Karbon disulfida (CS_2)

CS_2 beracun jika terserap kulit, mudah terbakar dan meledak.

Karbon tetraklorida (CCl_4)

CCl_4 beracun jika tertelan, terisap, dan terserap kulit serta pemicu terjadinya kanker.

Unsur silikon (Si)

Silikon dalam bentuk bubuk mudah terbakar.

Silikon tetraklorida (SiCl₄)

SiCl₄ menyebabkan keracunan melalui mulut dan pernapasan.

Silikon tetrahidrat (SiH₄)

SiH₄ menyebabkan kebakaran, karena mudah terbakar secara spontan di udara.

Unsur belerang (S)

Unsur belerang uapnya beracun terhadap organisme rendah (jamur), mudah terbakar, dan meledak dalam bentuk mesin.

Belerangdioksida (SO₂)

Gas SO₂ di udara bereaksi dengan air, membentuk H₂SO₄. Peristiwa ini mengakibatkan hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman, mempercepat terjadinya korosi dan menyebabkan iritasi kulit dan jaringan tubuh.

Besi (III) oksalat, Fe₂(C₂O₄)₃

Debu yang mengandung Fe₂(C₂O₄)₃ beracun jika terhirup menyebabkan siderosis (penyakit paru-paru).

Unsur oksigen (O₂)

Gas oksigen menyebabkan bahaya kebakaran. Oksigen dalam bentuk cair menyebabkan iritasi pada kulit. Oksigen berlebihan menyebabkan buah-buahan dan sayur-sayuran menjadi cepat busuk. Alat-alat dari logam terkena oksigen mudah mengalami korosi.

Ozon (O₃)

Ozon di udara yang berasal dari smog fotokimia bersifat racun (jika kadarnya lebih besar dari 20 bpj).

Hidrogen peroksida (H₂O₂)

Hidrogen peroksida menyebabkan iritasi pada kulit.

Kromium asetat (Cr (C₂H₃O₂)₃ · H₂O)

Kromium asetat bersifat racun (lewat mulut atau alat pencernaan).

Kromium acid (CrO₃)

Kromium acid mudah terbakar, beracun, dan pemicu terjadinya kanker.

Unsur tembaga (Cu)

Unsur tembaga dalam bentuk serbuk mudah terbakar.

Tembaga klorida (CuCl₂)

Tembaga klorida melalui pernapasan menyebabkan keracunan.

Tembaga kromat ($\text{CuCrO}_4 \cdot 2\text{CuO} \cdot 2\text{H}$)

Tembaga kromat menyebabkan penyakit kanker.

Logam besi (Fe)

Logam besi mudah teroksidasi dalam udara lembab. Partikel besi (serbuk halus) jika tersusun di udara mudah terbakar dan terjadi ledakan.

Kalium heksasianoferrat (III), $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Senyawa kalium heksasianoferrat (III) beracun.

Oksigen difluorida OF_2

Oksigen difluorida mudah meledak jika terkontaminasi dengan air atau udara.

Oksimetilena formaldehida, HCHO

Oksimetilena formaldehida menyebabkan kebakaran, keracunan lewat pernapasan, iritasi dan pemicu terjadinya kanker.

Unsur nitrogen (N_2)

Unsur nitrogen mudah terbakar dan mengakibatkan hujan asam.

Nitrogen dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida menyebabkan keracunan melalui pernapasan.

Nitrogen trioksida (NO_3)

Nitrogen trioksida menyebabkan keracunan melalui pernapasan dan menyebabkan iritasi.

Campuran NO dan NO_2

Campuran NO dan NO_2 di udara akan bereaksi dengan zat pencernaan lain membentuk smog (asap dan kabut) yang menyebabkan sesak napas, mata pedih, dan sebagainya.

3. Pembuatan Unsur dan Senyawa

a. Pembuatan Gas Mulia

1) *Pengambilan Helium (He) dari gas alam*

Sumber gas He yang utama terdapat di matahari dan bintang tetapi kita sulit mengambilnya. Di udara terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit. Untuk mengambilnya secara ekonomi tidak menguntungkan maka dicari sumber lain, yaitu yang berasal dari gas alam.

Untuk mendapatkan Helium dari gas alam ini diembunkan sehingga diperoleh produk yang berupa campuran Helium (He), gas Nitrogen (N_2) dan pengotor. Agar diperoleh gas He murni,

dilakukan proses kriogenik dan adsorpsi. Kriogenik adalah cara mendapatkan pada suhu rendah umumnya di bawah -100°C .

Dalam proses kriogenik campuran gas alam diberi tekanan lalu didinginkan dengan cepat agar N_2 mengembun sehingga dapat dipisahkan. Dengan proses adsorpsi pengotor dapat diserap sehingga diperoleh gas helium murni.

2) *Pengambilan Ne, Ar, Kr, Xe dari udara*

Pada tahap awal dilakukan pemisahan udara dari CO_2 dan uap air. Selanjutnya udara diembunkan dengan pemberian tekanan ± 200 atm dan diikuti dengan pendinginan cepat. Dengan ini sebagian besar udara akan membentuk fase cair dengan kandungan gas mulia lebih banyak $\pm 60\%$ gas mulia (Ar, Kr, Xe) dan sisanya $\pm 30\%$ O_2 dan 10% N_2 . He dan Ne tidak mengembun karena titik didih kedua gas tersebut sangat rendah. Langkah berikutnya Ar, Kr, dan Xe dipisahkan dengan menggunakan proses adsorpsi atau destilasi fraksionasi.

(i) *Proses adsorpsi*

Oksigen dan nitrogen dipisahkan terlebih dahulu untuk memperoleh Ar, Kr, dan Xe. O_2 direaksikan dengan Cu sedangkan N_2 direaksikan dengan Mg. Hasil dari pemisahan ini (Ar, Xe, dan Kr) diadsorpsi oleh arang teraktivasi. Pada saat arang dipanaskan perlahan, setiap gas akan keluar dari arang. Akhirnya pada suhu $\pm -80^{\circ}\text{C}$ diperoleh Ar, sementara Kr, dan Xe diperoleh pada suhu yang lebih tinggi.

(ii) *Proses destilasi bertingkat*

Proses destilasi bertingkat merupakan prinsip pemisahan zat berdasarkan perbedaan titik didih zat. Titik didih N_2 paling tinggi sehingga N_2 dapat dipisahkan terlebih dahulu, kemudian Ar dan O_2 dipisahkan. Sedangkan Xe dan Kr dipisahkan pada tahapan destilasi berikutnya.

3) *Perolehan Radon (Rn)*

Radon diperoleh dari peluruhan unsur radioaktif U-238 dan peluruhan langsung Ra-226. Radon cepat meluruh menjadi unsur lain, Radon mempunyai waktu paruh 3,8 hari.

b. Pembuatan Halogen

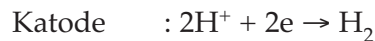
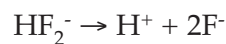
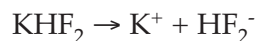
Halogen dapat dibuat dengan cara elektrolisis atau dengan cara mengoksidasi senyawa halida (X^-). Pada umumnya unsur-unsur halogen (X_2) dibuat di laboratorium dengan cara mengoksidasi senyawa halida. Gas fluorin (F_2) jarang dibuat di laboratorium karena

tidak ada oksidator yang mampu mengoksidasi senyawa fluorida (F). Mengapa demikian? Fluorin mempunyai daya oksidasi tinggi dibanding halogen yang lain. Unsur halogen klorin, bromin, dan iodin dapat dihasilkan dari oksidasi terhadap senyawa halida dengan oksidator MnO_2 atau KMnO_4 dalam lingkungan asam.

1. Fluorin (F_2)

Fluorin diperoleh melalui proses elektrolisis garam hidrogen fluorida, KHF_2 dilarutkan dalam HF cair, kemudian ditambahkan LiF 3% (agar suhu turun sampai $\pm 100^\circ\text{C}$). Elektrolisis dilakukan pada tempat terbuat dari baja, di mana sebagai katode baja dan sebagai anoda karbon (grafit).

Reaksi



Reaksi di atas perlu digunakan diafragma (pemisah berupa monel), untuk mencegah terjadinya reaksi antara H_2 dan F_2 maka gas F_2 yang terbentuk dapat ditampung dalam wadah yang terbuat dari aliansi Cu dengan Ni

2. Klorin (Cl_2)

Air laut dan garam batu merupakan sumber utama Cl, untuk mendapatkan Cl dapat dilakukan elektrolisis leburan NaCl, dan elektrolisis larutan NaCl.

Proses Downs

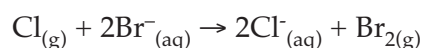
Elektrolisis leburan NaCl (NaCl cair)



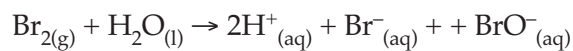
Pada proses di atas sebelum NaCl dicairkan, NaCl dicampurkan dengan sedikit NaF (agar titik lebur turun dari 800°C menjadi 600°C). Kontak (reaksi) antara logam Na dan gas Cl_2 terbentuk digunakan lapisan besi tipis.

3. Bromin (Br_2)

Air laut juga sumber utama Br. Setiap 1 m^3 air laut terdapat 3 kg bromin (Br_2). Bromin didapatkan dengan cara mengoksidasi ion bromida yang terdapat dalam air laut.



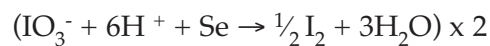
Br_2 dalam air dapat mengalami hidrolisis.



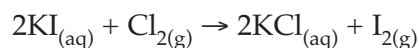
Reaksi hidrolisis dapat dicegah dengan cara menambahkan H_2SO_4 pada air laut hingga pHnya 3,5. Setelah pH air laut 3,5, baru dialiri gas Cl_2 dan udara. Gas Br_2 yang diperoleh dimurnikan dari Cl_2 dengan cara destilasi.

4. Iodin (I_2)

Yodium di alam hanya terdapat natrium yodat (NaIO_3). Yodium dibuat secara reduksi ion yodat dengan produksi natrium hidrogen-sulfit.

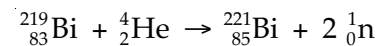


Ganggang laut (mengandung KI) dikeringkan, abu dari ganggang laut dicampur dengan air panas dan disaring. Larutan yang terjadi diuapkan sementara zat-zat yang kurang larut mengkristal. Sisa larutan kemudian dialiri gas Cl_2 .



5. Astatin (At)

Astatin diperoleh dari penembakan Bi dengan partikel α (He).

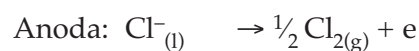
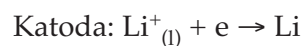
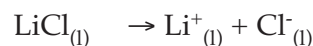


Astatin bersifat radioaktif dan mempunyai waktu paropendek (8,1 jam)

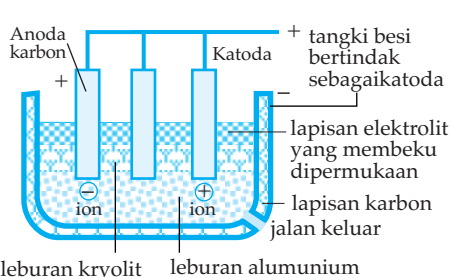
c. Pembuatan Logam Alkali

Logam-logam alkali dapat dibuat dengan elektrolisis lelehan garamnya atau mereduksi garamnya. Elektrolisis larutan garam logam alkali tidak akan menghasilkan logam alkali karena harga potensial elektroda lebih negatif dari pada air.

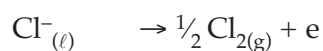
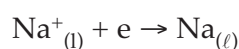
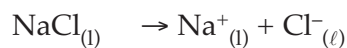
Ini dapat diperoleh dengan elektrolisis lelehan LiCl sebagai berikut.



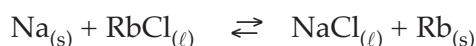
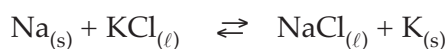
Natrium dibuat dari elektrolisis lelehan natrium klorida yang dicampur dengan kalsium klorida disebut proses down. Fungsi dari kalsium klorida untuk menurunkan titik cair sehingga lebih efisien (dari 800°C sampai 500°C).



3.28 Gambar pembuatan natrium dengan proses down



Logam kalium, rubidium, dan cesium dibuat dengan mereduksi lelehan garam kloridanya.

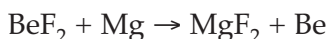


Kalium, rubidium, dan cesium yang terbentuk mudah menguap, maka harus dikeluarkan dari sistem kesetimbangan, sehingga kesetimbangan bergeser ke zat hasil.

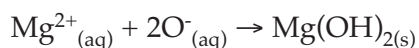
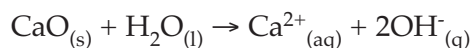
d. Alkali Tanah

Alkali tanah mempunyai harga potensial elektroda sangat negatif, sehingga pembuatan logam alkali tanah dilakukan dengan cara elektrolisis lelehan garamnya, kecuali berilium.

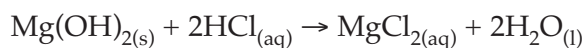
Berilium dapat dibuat dengan mereduksi garam flouridanya.



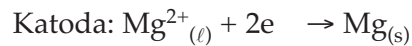
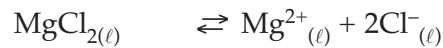
Magnesium, kalsium, stronsium, dan barium dibuat dengan cara elektrolisis lelehan garam kloridanya. Pembuatan magnesium juga menggunakan proses down. Sumber utama, magnesium diperoleh dari air laut. Mula-mula air laut direaksikan dengan CaO yang berasal dari pemanasan batu kapur.



Endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan larutan HCl pekat untuk membentuk MgCl_2 .



Larutan MgCl_2 diperoleh dengan menguapkan airnya sehingga diperoleh kristal MgCl_2 , kemudian kristal MgCl_2 dicairkan dan dielektrolisis.



e. Pembuatan Aluminium (Al)

Pengolahan logam aluminium melalui proses pemurnian dan proses elektrolisis menurut Charles Martin Hall.

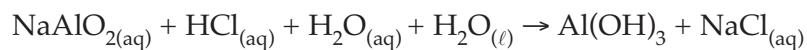
1) Proses pemurnian bauksit

- Bauksit dicuci dengan larutan NaOH pekat



- NaAlO_2 yang terbentuk diubah menjadi Al(OH)_3 dengan menambahkan asam.

Reaksinya:



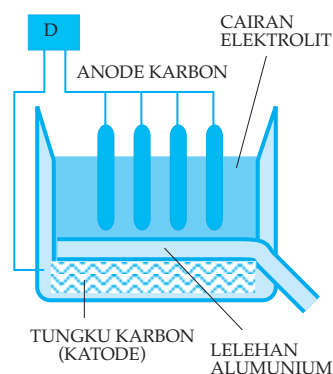
- Al(OH)_3 yang terbentuk diubah menjadi Al_2O_3 dengan pemanasan.

Reaksinya:



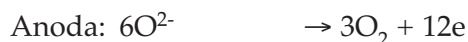
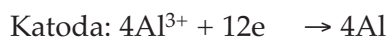
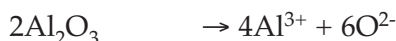
2) Proses elektrolisis

- Al_2O_3 dicampur dengan kriolit, berfungsi sebagai pelarut dan menurunkan titik didih Al_2O_3 dari 2000°C menjadi 1000°C .
- Larutan Al_2O_3 dalam kriolit dielektrolisis (lihat gambar)



Gambar 3.29

Reaksi yang terjadi:



Logam aluminium yang terbentuk tertumpuk pada dinding bejana tempat yang digunakan untuk elektrolisis). Oksigen yang terbentuk terdapat pada anoda. Seringkali gas oksigen yang terbentuk bereaksi dengan karbon menghasilkan gas karbondioksida.

f. Pembuatan belerang

Sumber unsur belerang adalah gunung berapi dan dalam tanah. Pengambilan belerang dan depositnya dalam tanah ditambang dengan penambangan frash. Dengan menggunakan pompa Frasch, dipompakan uap air yang sangat panas ke dalam deposit belerang di dalam tanah sehingga belerang meleleh. Oleh udara bertekanan tinggi, campuran belerang dan air panas dipompa ke atas permukaan tanah. Belerang akan membentuk padatan ketika sampai permukaan tanah. Dengan cara ini kemurnian belerang yang diperoleh sampai 99,5 %.

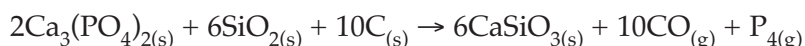
g. Pembuatan silikon (Si)

Silikon dibuat dengan cara memanaskan pasir dan kokas (c) pada suhu sekitar 3000°C dalam tanur listrik atau tungku pembakaran. Kokas (C) berfungsi sebagai reduktor.



h. Pembuatan fosforus

Unsur fosforus diperoleh dengan memanaskan campuran kalsium fosfat, pasir, dan karbon pada suhu 1400°C - 1500°C dalam suatu tanur listrik.



Uap fosforus yang terbentuk dipadatkan.

i. Pembuatan H_2SO_4

1) Dalam laboratorium

Serbuk belerang dibakar, uap yang dihasilkan dialirkan ke dalam air. Kemudian larutan SO_3 dalam air kita uji dengan menggunakan kertas lakmus. Perubahan warna merah pada kertas lakmus menunjukkan oksida belerang pembentuk asam.

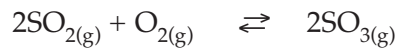
2) *Dalam industri*

Produksi H_2SO_4 dalam industri dapat dibuat melalui 2 cara, yaitu proses kontak dan proses kamar timbal.

a) Proses kontak

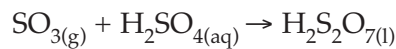
Bahan dasar: SO_2 yang diperoleh dari pembakaran belerang reaksi selanjutnya adalah mereaksikan gas SO_2 bersih dengan gas O_2 pada suhu $\pm 400^\circ\text{C}$ dengan katalis V_2O_5 (vanadium pentaoksida).

Reaksi:



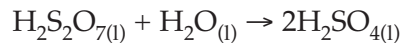
Gas SO_3 yang terjadi direaksikan dengan larutan H_2SO_4 encer hingga dihasilkan $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (asam piro sulfat).

Reaksi:



Kemudian $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ditambahkan air

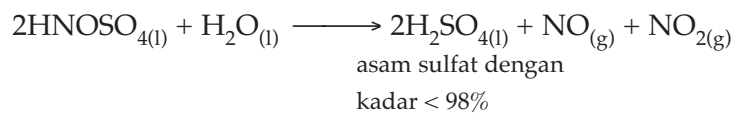
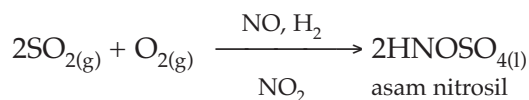
Reaksi:



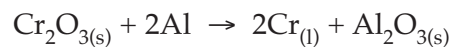
uleum/asam sulfat pekat dengan kadar 98%

b) Proses kamar timbal

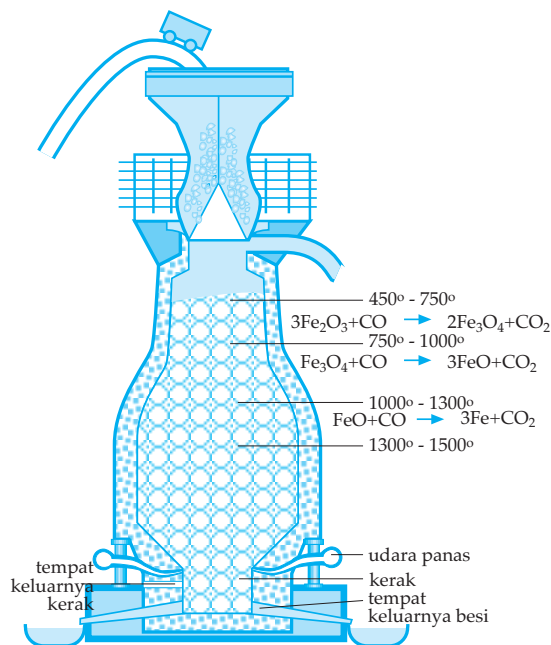
Campuran gas SO_2 dengan oksigen dialirkan ke kamar yang dilapisi Pb dengan katalisator gas NO dan NO_2 sesuai reaksi.

**j. Pembuatan Cr**

Logam kromium diperoleh melalui proses alumino thermit mereduksi Cr_2O_3 dengan aluminium.



k. Pembuatan Besi



Gambar 3.30

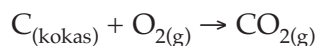
Pengolahan logam besi dilakukan dalam tanur tinggi, melalui proses reduksi bijih besi (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) dengan karbonmonoksida meliputi tahap-tahap sebagai berikut.

- Daerah pemanasan (400 - 750)°C.
- Daerah reduksi (750 - 1000)°C.
- Daerah karburasi (1000 - 1300)°C.
- Daerah pencairan (1300 - 1500)°C.

1) Daerah Pemanasan

Pada daerah pemanasan karbonat, sulfida dan zat organik yang ada pada bijih besi dioksidasi dan kokas dibakar menjadi CO_2 yang kemudian oleh kokas lain CO_2 direduksi menjadi CO.

Reaksi:

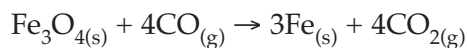
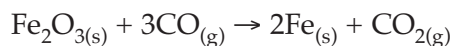


gasCO ini yang selanjutnya akan mereduksi bijih besi.

2) Daerah Reduksi

Pada daerah reduksi ini baik Fe_2O_3 dan Fe_3O_4 direduksi oleh gas CO menjadi Fe.

Reaksi:



3) Daerah Karburasi

Pada daerah karburasi ini besi reduksi menyerap karbon untuk menurunkan titik cairnya.

4) Daerah Pencairan

Pada daerah pencairan ini kerak (CaSiO_3) mencair. Cairan kerak dan besi cair dialirkan melalui lubang yang berbeda karena perbedaan massa jenis. Biasanya besi cair ini masih tercampur dengan beberapa zat di antaranya karbon, silikat, belerang maka besi cair ini disebut sebagai besi kasar (pig iron).

Untuk mendapatkan jenis besi yang bermacam-macam adalah dengan mengurangi kadar karbonnya.

- 1) Besi tuang dengan kadar C antara 2,5 - 4,5%
Bersifat keras dan rapuh biasa digunakan untuk setrika besi dan wajan besi.
- 2) Besi baja dengan kadar C antara: 1,5 - 0,2%
Bersifat kuat dan ulet biasa digunakan untuk kerangka jembatan dan mobil.
- 3) Besi tempa dengan kadar C antara 0,12 - 0,25%
Bersifat kesat biasa digunakan untuk paku, rantai, dan lain-lain.

1. Pembuatan Baja

Baja adalah paduan logam besi dengan unsur lain. Pembuatan baja dari besi kasar (pig iron) harus melalui proses-proses sebagai berikut.

- 1) Menurunkan kadar C dalam besi kasar dari 3 - 4% menjadi 0,2 - 1,5%.
- 2) Membuang pengotor Si, Mn, dan P.
- 3) Menambahkan unsur logam lain sesuai dengan jenis baja yang diinginkan (Ni, Cr, Mn, dll).

Proses pembuatan baja yang banyak digunakan sekarang adalah proses tungku oksigen karena lebih praktis dan efisien. Tungku oksigen merupakan silinder baja dengan pelapis bersifat basa pada bagian dalamnya. Mula-mula ke dalam tungku dimasukkan besi kasar, besi bekas, dan kapur (CaO). Kemudian oksigen murni ditiupkan ke dalam campuran yang berupa cairan panas. Oksigen akan bereaksi dengan karbon menjadi CO_2 dan pengotornya akan terpisah.

m. Pengolahan Tembaga

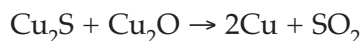
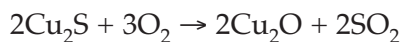
Kalkopirit (CuFeS_2) merupakan bijih tembaga yang digunakan untuk menghasilkan tembaga. Untuk mengolah CuFeS_2 menjadi tembaga harus melalui empat tahap, yaitu pengapungan (pemekatan), pemanggangan, peleburan, dan elektrolisis.

Melalui pengapungan bijih tembaga yang hanya mengandung 0,5% Cu akan diperoleh bijih besi pekat yang mengandung 20 - 40% Cu.

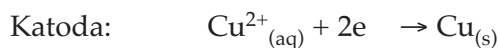
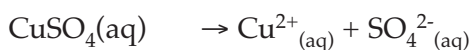
Kemudian bijih pekat dipanggang untuk mengubah bijih pekat menjadi besi sulfida.



Bijih yang sudah dipanggang dilebur dan dihasilkan dua lapisan. Lapisan bawah adalah Copper matte yang mengandung Cu_2S dan besi leleh. Lapisan atas adalah kerak silikat yang mengandung FeSiO_3 . Copper matte yang dihasilkan dipindahkan ke tungku lain dan ditiupkan udara sehingga menghasilkan blister copper (tembaga lepuh).



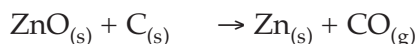
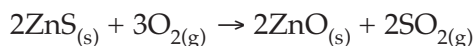
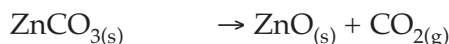
Blister copper mengandung 98 - 99% Cu dan masih mengandung pengotor besi, seng, perak, emas, dan platina. Untuk menghilangkan pengotor-pengotor tersebut dilakukan elektrolisis. Sebagai anoda digunakan blister copper dan sebagai katoda tembaga murni, sedangkan elektrolitnya larutan CuSO_4 .



Kadar tembaga yang dihasilkan mencapai 99,999%.

n. Pembuatan Zing

Logam zing diperoleh dengan cara memanaskan ZnCO_3 dan ZnS dengan udara. ZnO yang dihasilkan direduksi dengan karbon pada suhu di atas 1000°C .

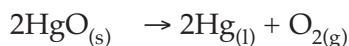


o. Pembuatan O_2

Pembuatan gas oksigen untuk keperluan industri dengan cara penyulingan bertingkat udara cair bersama dengan pembuatan gas nitrogen.

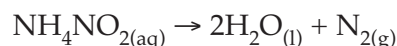
Di laboratorium gas O_2 dihasilkan dari pemanasan KClO_3 dan HgO .

Reaksi:



p. Pembuatan N₂

Dalam industri gas nitrogen diperoleh dari udara bersama gas oksigen, melalui penyulingan bertingkat udara yang dicairkan. Berdasarkan perbedaan titik didih N₂ (-197°C) dan O₂ (-183°C) akan terbentuk fraksi nitrogen bagian atas dan fraksi oksigen bagian bawah. Di laboratorium gas-gas N₂ dapat diperoleh dengan cara peruraian NH₄NO₂ dengan cara pemanasan:

**q. Pembuatan Karbon**

Kokas diperoleh dari pemanasan materi karbon tanpa adanya oksigen pada suhu tinggi (sampai 1000°C). Arang diperoleh dari pembakaran zat organik dengan oksigen terbatas pada suhu yang tinggi. Arang akan menjadi karbon aktif apabila dipanaskan dengan uap air. Pembakaran gas alam secara tidak sempurna akan menghasilkan jelaga berupa uap hitam. Jelaga merupakan partikel-partikel karbon yang sangat kecil dan dapat diendapkan dengan pengendap elektron statik.

Latihan 9

1. Jelaskan dengan reaksi cara memperoleh gas halogen!
2. Jelaskan perbedaan besi tuang dan baja, lengkap dengan contoh!
3. Jelaskan cara pembuatan gas nitrogen di dalam industri!
4. Jelaskan cara memperoleh aluminium dari bijihnya!
5. Sebutkan dan jelaskan urutan cara memperoleh tembaga dari bijihnya!

Kata Kunci

Gas mulia
Halogen
Alkali
Alkali tanah
Periode tiga
Transisi

RANGKUMAN

- Unsur utama dalam sistem periodik unsur adalah unsur-unsur yang terletak dalam golongan A.
- Unsur transisi dalam sistem periodik unsur adalah unsur-unsur yang terletak dalam golongan B.
- Golongan VIIIA disebut juga gas mulia, yang meliputi (Argon), Kr (Kripton), Xe (Xenon), dan Rn (Radon). Kelimpahan di alam sangat sedikit dan berada sebagai atom-atom tunggal/monoatomik. Sedang produk atom senyawa yang mengandung unsur gas mulia paling banyak pada senyawa Kripton dan Xenon.
- Golongan VIIA disebut juga halogen yang meliputi F (Fluorin), Cl (Klorir), Br (Bromin), I (Iodin), dan At (Astatin). Kelimpahan di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan dan berada sebagai molekul diatomik (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2). Sedang produk yang mengandung unsur halogen banyak ditemukan dalam bentuk garam.
- Golongan IA disebut juga alkali yang meliputi Li (Litium), Na (Natrium), K (Kalium), Rb (Rubidium), Cs (Sesium), dan Fr (Fransium). Kelimpahan di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan terutama garam-garam mineral. Sedang produk yang mengandung unsur alkali banyak ditemukan dalam bentuk garamnya.
- Golongan IIA disebut juga alkali tanah yang meliputi Be (Berilium), Mg (Magnesium), Ca (Kalsium), Sr (Stronsium), Ba (Barium), Ra (Radium). Kelimpahan di alam banyak ditemukan dalam bijih mineral, sedang produk yang mengandung unsur alkali tanah banyak ditemukan dalam bentuk garamnya.

- Unsur logam aluminium dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IIIA periode 3. Kelimpahan di alam terbanyak dalam bijih bauksit, sedang produk yang mengandung unsur logam aluminium dalam tawas, paduan logam.
- Unsur karbon dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IVA periode 2. Kelimpahan di alam ada dalam keadaan bebas, tapi ada juga dalam bentuk persenyawaan. Sedang produk yang mengandung unsur karbon ada dalam bentuk senyawa organik dan anorganik.
- Unsur silikon dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IVA periode 3. Kelimpahan di alam banyak ditemukan dalam senyawa-senyawa oksida dan silikat. Sedang produk yang mengandung unsur silikon antara lain pasir silikon dan garam-garam silikon.
- Unsur belerang dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIA periode 3. Kelimpahan di alam ada dalam keadaan bebas dan dalam bentuk persenyawaan terutama dalam senyawa sulfida. Sedang produk yang mengandung unsur belerang ada dalam senyawa organik dan anorganik.
- Unsur oksigen dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIA periode 2. Kelimpahan di alam ada dalam bentuk bebas dan dalam persenyawaan. Sedang produk yang mengandung unsur oksigen banyak dalam bentuk senyawa oksidanya (senyawa anorganik dan organik).
- Unsur nitrogen dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VA periode 2. Kelimpahan di alam ada dalam keadaan bebas dan dalam persenyawaan. Sedang produk yang mengandung unsur nitrogen paling banyak dalam senyawa oksida dan pupuk.

- Unsur-unsur logam transisi seperti krom, tembaga, seng, dan besi dalam sistem periodik unsur terletak dalam periode 4. Kelimpahannya di alam banyak terdapat sebagai senyawa-senyawa mineral, kecuali logam tembaga. Bisa bebas dan dalam persenyawaan. Produk-produk yang mengandung unsur-unsur logam transisi di atas banyak dipakai pada paduan logam.
- Helium diperoleh dari gas alam melalui proses kriogenik dan adsorpsi.
- Gas mulia lainnya (Ne, Ar, Kr, dan Xe) diperoleh dari udara cair melalui proses adsorpsi dan proses destilasi fraksinasi.
- Halogen diperoleh dengan cara elektrolisis.
- Logam alkali dapat dibuat dengan elektrolisis lelehan garamnya dan reduksi garamnya.
- Aluminium diperoleh dari bauksit melalui proses pemurniandan elektrolisis.
- Silikon diperoleh dengan cara memanaskan pasir (SiO_2) dan kokas (C) pada suhu 3000°C .
- Fosfor diperoleh dengan cara memanaskan campuran kalsium fosfat, pasir, dan karbon pada suhu 1400°C - 1500°C .
- Belerang diperoleh langsung dari gunung berapi menggunakan pompa Frasch.
- Logam-logam golongan transisi (Cr, Zn, Fe, Cu) diperoleh melalui reduksi bijihnya.
- Pembuatan gas N_2 dan O_2 dengan cara destilasi bertingkat udara cair.
- Unsur-unsur halogen, gas mulia dalam satu golongan, besarnya titik didih dan titik leleh berbanding lurus dengan massa atom relatif (Ar-nya).
- Jari-jari atom semakin panjang berarti unsur mempunyai energi ionisasi semakin kecil dan semakin mudah melepaskan elektron membentuk ion positif.

- Walaupun gas mulia dikenal sangat stabil (sulit bereaksi) tetapi dengan unsur yang sangat elektronegatif (seperti F dan O) masih dapat bereaksi.
- Kereaktifan halogen berkurang dari F ke At.
- Kekuatan oksidator (daya oksidasi) halogen berkurang dari F ke At.
- Klorin, Bromin, dan Iodin dapat membentuk asam oksigen dengan bilangan oksidasi +1, +3, +5, atau +7.
- Kereaktifan logam alkali meningkat dari Li ke Fr.
- Kereaktifan logam alkali tanah meningkat dari Be ke Ra.
- Unsur dalam satu periode, sifat kelogamannya berkurang dari kiri ke kanan, sifat asamnya semakin ke kanan semakin kuat dan sifat besarnya semakin ke kiri semakin kuat.
- Sifat unsur transisi bersifat logam, titik didih dan titik lebur relatif tinggi, konduktor yang baik, dipengaruhi magnet, ion-ionnya berwarna, sebagian besar mempunyai beberapa bilangan oksidasi, dan dapat membentuk senyawa kompleks.
- Unsur karbon sebagai penyusun utama semua tumbuhan dan hewan.
- Unsur nitrogen dalam keadaan bebas membentuk molekul diatomik dengan ikatan kovalen rangkap tiga.
- Unsur oksigen dalam keadaan bebas membentuk molekul diatomik (O_2) dan molekul triatomik (O_3).

P ELATIHAN SOAL

I. Pilihlah huruf a, b, c, d, atau e pada jawaban yang tepat!

- Di antara unsur-unsur gas mulia di bawah ini, yang paling banyak ditemukan di alam semesta adalah
 - He
 - Ne
 - Ar
 - Kr
 - Xe
- Senyawa gas mulia yang pertama disintesis adalah
 - XeF₂
 - XeO₂
 - XePtF₆
 - O₂PtF₆
 - KrPtF₆
- Gas oksigen di udara terutama berasal dari
 - respirasi hewan dan manusia
 - fotosintesis tumbuh-tumbuhan
 - penguapan air laut dan udara
 - difusi ozon dari lapisan ozon (stratosfer)
 - perubahan senyawa-senyawa yang mengandung oksigen
- Di udara senyawa logam alkali tanah di bawah ini yang dikenal sebagai garam Inggris adalah
 - CaSO₄ · 2H₂O
 - MgCl₂ · H₂O
 - MgSO₄ · 7H₂O
 - (CaHCO₃)₂
 - BaSO₂
- Unsur periode ketiga yang paling banyak terdapat pada kulit bumi adalah
 - S
 - P
 - Si
 - Al
 - Mg
- Unsur periode ketiga yang di alam dalam keadaan bebas adalah
 - natrium dan argon
 - magnesium dan klorin
 - aluminium dan belerang
 - silikon dan fosfor
 - belerang dan argon
- Bauksit merupakan bijih logam yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan aluminium. Rumus kimia bauksit adalah
 - Al₂O₃
 - Na₃AlF₆
 - Al(OH)₃
 - Al₂(SO₄)₃
 - AlCl₃ · H₂O
- Atom-atom gas mulia mempunyai kestabilan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena
 - terdapat di alam dalam keadaan bebas, monoatomik
 - jumlah elektron di kulit terluarnya 8
 - mempunyai konfigurasi elektron yang stabil
 - jumlah elektron valensinya paling banyak
 - semua berbentuk gas

10. Dari sifat-sifat unsur berikut:
- 1) jari-jari atom
 - 2) energi ionisasi
 - 3) kereaktifan
 - 4) titik didih
- Sifat yang bertambah besar dengan bertambahnya nomor atom gas mulia adalah
- a. 1) dan 3)
 - b. 2) dan 3)
 - c. 2) dan 4)
 - d. 1), 3), dan 4)
 - e. 2), 3), dan 4)
11. Urutan kereaktifan unsur halogen dari yang paling reaktif sampai ke yang kurang reaktif adalah
- a. F, Cl, Br, dan I
 - b. Br, I, F, dan Cl
 - c. Cl, Br, I, dan F
 - d. I, Br, Cl, dan F
 - e. Cl, I, Br, dan F
12. Diketahui harga potensial elektroda standar sebagai berikut:
- $$\text{F}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{F}^- \quad E^\circ = +2,87 \text{ volt}$$
- $$\text{Cl}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Cl}^- \quad E^\circ = +1,36 \text{ volt}$$
- $$\text{Br}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Br}^- \quad E^\circ = +1,09 \text{ volt}$$
- $$\text{I}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{I}^- \quad E^\circ = +0,54 \text{ volt}$$
- Pasangan elektrode yang memberikan harga potensial sel paling besar adalah
- a. $\text{Cl}_2 | \text{Cl}^- || \text{Br}^- | \text{Br}_2$
 - b. $\text{Cl}_2 | \text{Cl}^- || \text{Br}^- | \text{Br}_2$
 - c. $\text{F}_2 | \text{F}^- || \text{Cl}^- | \text{Cl}_2$
 - d. $\text{F}_2 | \text{F}^- || \text{I}^- | \text{I}_2$
 - e. $\text{Br}_2 | \text{Br}^- || \text{F}^- | \text{F}_2$
13. Reaksi di bawah ini yang termasuk reaksi disproportionasi adalah
- a. $\text{F}_2 + 2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{NaF} + \text{Cl}_2$
 - b. $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
 - c. $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
 - d. $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$
 - e. $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
14. Pernyataan tentang sifat-sifat golongan alkali yang benar adalah
- a. energi ionisasi K lebih kecil daripada energi ionisasi Na
 - b. jari-jari atom Rb lebih kecil daripada jari-jari atom K
 - c. sifat basa Na lebih kuat daripada sifat basa Rb
 - d. sifat reduktor Li lebih kuat daripada K
 - e. afinitas elektron Cs paling besar
15. Urutan kekuatan basa dari logam alkali yang benar adalah
- a. $\text{LiOH} < \text{KOH} < \text{NaOH}$
 - b. $\text{KOH} < \text{LiOH} < \text{NaOH}$
 - c. $\text{LiOH} < \text{NaOH} < \text{KOH}$
 - d. $\text{NaOH} < \text{KOH} < \text{LiOH}$
 - e. $\text{NaOH} < \text{LiOH} < \text{KOH}$
16. Apabila logam alkali dipanaskan dengan gas nitrogen maka akan terbentuk senyawa yang disebut
- a. nitrida
 - b. karboksida
 - c. halida
 - d. hidrida
 - e. hidroksida
17. Diketahui warna nyala dari logam-logam alkali:
- I. putih
 - II. merah jingga
 - III. merah karmin
 - IV. hijau muda
- Yang merupakan warna nyala dari logam stronsium dan barium adalah
- a. I dan III
 - b. II dan III
 - c. III dan IV
 - d. I dan IV
 - e. I dan II

18. Sifat-sifat golongan alkali tanah dari atas ke bawah yang benar adalah
- energi ionisasinya semakin kecil
 - semakin mudah mengalami reduksi
 - jari-jari atomnya semakin kecil
 - keelektronegatifannya semakin besar
 - kereaktifannya berkurang
19. Sifat unsur alkali dibandingkan dengan sifat alkali tanah yang seperiode adalah
- jari-jari atom alkali lebih besar daripada jari-jari atom alkali tanah
 - energi ionisasi alkali lebih besar daripada energi ionisasi alkali tanah
 - sifat basa unsur alkali tanah lebih besar daripada sifat basa unsur alkali
 - titik didih unsur alkali lebih besar daripada titik didih unsur alkali tanah
 - potensial elektroda alkali tanah lebih negatif daripada alkali
20. Berdasarkan kenaikan nomor atomnya maka urutan unsur periode ketiga yang benar adalah
- Na, Mg, Si, Al, P, S, Cl
 - Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl
 - Mg, Na, Si, Al, P, S, Cl
 - Mg, Na, Al, Si, S, P, Cl
 - Al, Na, Mg, Si, S, P, Cl
21. Kalsium dapat bereaksi sangat cepat dengan air menghasilkan
- kalsium oksida dan gas hidrogen
 - kalsium oksida dan gas oksiden
 - kalsium hidroksida dan gas oksigen
 - kalsium hidroksida dan gas hidrogen
 - kalsium hidroksida dan gas karbondioksida
22. Sifat kebiasannya dan kebasaaan unsur-unsur periode ke-3 dari kiri ke kanan adalah
- sifat kebebasannya bertambah
 - sifat keasamannya bertambah
 - hidroksida unsur Al dan Si bersifat amfoten
 - sifat keasaman H_2S lebih besar daripada H_2SO_4
 - sifat keasaman $HClO_3$ lebih besar daripada $HClO_4$
23. Ikatan kimia yang terdapat dalam garam-garam klorida periode ke-3 adalah
- $NaCl$, $MgCl_2$, $AlCl_3$ berikatan ion
 - $NaCl$ dan $MgCl_2$ berikatan ion
 - $NaCl$ dan $MgCl_2$ berikatan ion sedangkan $AlCl_3$ dan PCl_5 berikatan kovalen
 - PCl_5 dan $SiCl_4$ berikatan kovalen
 - $NaCl$, $MgCl_2$, $AlCl_3$, $SiCl_4$, dan PCl_5 semuanya berikatan ion

24. Pernyataan yang benar tentang sifat unsur transisi periode ke-4 adalah
- mempunyai bilangan oksidasi lebih dari satu macam
 - mempunyai orbital d yang penuh kecuali Cu dan Zn
 - ada yang bersifat logam dan ada yang bersifat nonlogam
 - untuk Cr dan Cu mempunyai bilangan oksidasi +3
 - dapat berikatan dengan unsur lain dengan melepaskan atau mengikat elektron-elektron pada kulit terluar
25. Apabila 13 gram logam seng habis bereaksi dengan asam sulfat encer sesuai reaksi:
- $$\text{Zn}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_{4(aq)} + \text{H}_{2(g)}$$
- Maka volum gas hidrogen yang diperoleh pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm adalah
- 1,12 L
 - 2,24 L
 - 4,48 L
 - 11,2 L
 - 22,4 L
26. Pada ion kompleks $\{\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\}^{2+}$ yang bertindak sebagai ligan adalah
- Cu^{2+}
 - Cr^+
 - NH_3
 - $[\text{NH}_3]_4^{2+}$
 - $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$
27. Senyawa kompleks berikut yang mempunyai bilangan koordinasi enam adalah
- K_2PtCl_4
 - $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$
 - K_2PtCl_6
 - $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$
 - $\text{Cr}(\text{NO}_3)_4\text{SO}_4$
28. Golongan gas mulia yang digunakan untuk membantu pernapasan para penyelam adalah
- helium
 - neon
 - argon
 - krypton
 - xenon
29. Senyawa dari halogen yang digunakan untuk meningkatkan mutu bensin adalah
- CF_2Cl_2
 - CHCl_3
 - KClO_3
 - NaBr
 - $\text{CH}_2\text{Br} = \text{CH}_2\text{Br}$
30. Pada proses elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda grafit, maka pada ikatan katoda dihasilkan
- gas Cl_2
 - logam Na
 - gas H_2
 - larutan basa
 - gas O_2
31. Senyawa yang berfungsi sebagai bahan pengembang adonan pada pembuatan kue adalah
- Na_2CO_3
 - NaOH
 - NaHCO_3
 - KCl
 - KClO_3
32. Magnesium dapat digunakan untuk melindungi korosi pada besi. Dari pernyataan di bawah ini yang benar adalah
- magnesium sebagai anoda dan besi sebagai katoda
 - magnesium sebagai katoda dan besi sebagai anoda
 - magnesium dan besi sebagai anoda
 - besi dilapisi magnesium
 - potensial elektroda lebih besar daripada besi

33. Asbes dapat menimbulkan gejala asbestosis, yaitu sesak napas yang disertai batuk dahak. Senyawa asbes mengandung logam
- Be dan Ca
 - Be dan Mg
 - Ca dan Sr
 - Ba dan Mg
 - Ca dan Mg
34. Intan dapat digunakan sebagai mata bor dan pemotong kaca karena
- intan mempunyai sifat keras
 - intan merupakan zat yang mempunyai kekerasan paling tinggi
 - intan mudah bereaksi dengan kaca
 - intan sangat reaktif
 - intan merupakan bahan dasar pembentuk kaca
35. Urut-urutan proses pembuatan tembaga adalah
- pengapungan, peleburan, pemanggangan, elektrolisis
 - pengapungan, pemanggangan, elektrolisis, peleburan
 - pemanggangan, pengapungan, peleburan, elektrolisis
 - pengapungan, pemanggangan, peleburan, elektrolisis
 - pengapungan, elektrolisis, peleburan, elektrolisis
37. Proses Frasch adalah proses penambangan untuk memperoleh unsur
- belerang
 - phosphor
 - silikon
 - karbon
 - besi
38. Kokas pada pembuatan besi dari bijih besi berfungsi
- oksidator
 - reduktor
 - katalisator
 - inhibitor
 - bahan bakar
39. Zat di bawah ini yang menyebabkan efek rumah kaca adalah
- gas NO
 - gas SO₂
 - gas SO₃
 - gas CO
 - gas CO₂
40. Kuningan dapat digunakan untuk membuat berbagai prabot rumah tangga dan barang kerajinan. Kuningan merupakan paduan antara logam-logam
- tembaga dan seng
 - tembaga dan timah
 - tembaga dan perak
 - tembaga dan timbal
 - tembaga dan krom
41. Senyawa alkali tanah yang dapat digunakan sebagai obat sakit magg adalah
- CaCO₃
 - CaOCl₂
 - BaSO₄
 - Mg(OH)₂
 - MgSO₄
42. Senyawa yang dapat menipiskan lapisan ozon adalah
- DDT
 - PVC
 - CFC
 - klorofom
 - todoform
43. Oksigen di laboratorium dibuat dengan cara ...
- destilasi udara cair
 - elektrolisis air
 - pemanasan kalium klorat
 - pembakaran hidrokarbon
 - elektrolisis udara cair

44. Di antara contoh pupuk di bawah ini, yang merupakan pupuk tunggal adalah
- pupuk kandang
 - kompos
 - NPK
 - humus
 - ZA
45. Pupuk-pupuk di bawah ini mengandung nitrogen, **kecuali**
- urea
 - amonium sulfat
 - NPK
 - ZA
 - TSP

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

- Jelaskan pengertian unsur-unsur golongan:
 - utama
 - transisi
- Mengapa unsur-unsur gas mulia sukar bereaksi dengan unsur lain?
- Bagaimana urutan keasaman senyawa hidrogen halida? Jelaskan!
- Mengapa unsur-unsur logam alkali tidak dapat dibuat dengan jalan elektrolisis larutan garamnya?
- Unsur logam alkali tanah dapat bereaksi dengan air. Tuliskan persamaan reaksi dan namanya jika logamnya unsur kalsium!
- Energi ionisasi unsur-unsur seperiode makin ke kanan makin besar. Mengapa energi ionisasi ${}_{13}\text{Al}$ lebih kecil dari energi ionisasi ${}_{12}\text{Mg}$, padahal Al ada di sebelah kanan Mg?
- Karbon mempunyai 2 bentuk allotropi. Sebutkan!
- Di antara unsur-unsur periode ketiga, unsur mana saja yang bersifat logam, semilogam, dan nonlogam?
- Tuliskan senyawa hidroksida dari unsur belerang dan berapa bilangan oksidanya?
- Mengapa gas nitrogen sukar bereaksi?
- Sebutkan 2 perbedaan antara oksigen dan ozon!
- Mengapa unsur logam Crom bersifat paramagnetik?
- Tentukan bilangan oksidasi unsur Cu dalam:
 - Cu_2O
 - $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 - CuS
 - CuCl_2^-
- Pada umumnya senyawa-senyawa unsur transisi berwarna, kecuali unsur Zn. Mengapa?
- Sebutkan 4 sifat dari unsur besi!