



BAB 3

KIMIA UNSUR



Gambar 3.1 Kegunaan unsur-unsur
Sumber: Ensiklopedia Sains dan Kehidupan

Pada pelajaran bab ketiga ini akan dipelajari tentang kelimpahan unsur-unsur di alam, sifat-sifat unsur-unsur halogen, gas mulia alkali, alkali tanah, unsur-unsur periode ketiga dan unsur-unsur transisi periode keempat, pembuatan dan kegunaan unsur-unsur halogen gas mulia, alkali tanah, unsur-unsur periode ketiga dan unsur transisi periode keempat, dan menentukan kadar zat dalam senyawa.

Bab 3

Kimia Unsur

Tujuan Pembelajaran:

Setelah melakukan percobaan dan mengamati hasil percobaan diharapkan siswa mampu:

- mengidentifikasi kelimpahan unsur-unsur di alam dan produk-produk yang mengandung unsur tersebut;
- menguraikan sifat-sifat fisis dan kimia unsur baik melalui percobaan atau diskusi;
- menjelaskan pembuatan, kegunaan, dan dampak yang ditimbulkan dalam kehidupan sehari-hari;
- menentukan kadar zat dalam produk kimia melalui percobaan serta mempresentasikannya.

Beberapa unsur logam dan nonlogam, dalam bentuk unsur maupun senyawanya, banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan beberapa unsur logam dan nonlogam meningkat dengan berkembang pesatnya industri, baik sebagai alat, bahan dasar, maupun sumber energi.

Unsur-unsur logam umumnya diperoleh sebagai bijih logam dalam batuan. Alam Indonesia sangat kaya akan sumber mineral bijih logam, karena itu perlu penguasaan teknologi untuk mengolahnya menjadi logam yang dibutuhkan.

Pada bab ini dibahas beberapa unsur logam dan beberapa unsur nonlogam yang berperan penting bagi kesejahteraan hidup manusia.



A. Unsur-unsur di Alam

Pada umumnya unsur-unsur logam terkandung dalam batuan sebagai senyawa yang disebut mineral bijih logam.

Berbagai bijih logam tersebar di seluruh Indonesia dan beberapa di antaranya tercantum dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.1 Beberapa mineral bijih logam

Logam	Mineral	Rumus	Daerah
Besi	hematit magnetit siderit pirit	Fe_2O_3 Fe_3O_4 FeCO_3 FeS_2	Kalimantan Barat, Sumatra Barat, Sumatra Selatan, Sulawesi Tengah
Nikel	pentlandit garnerit	$(\text{FeNi})\text{S}$ $\text{H}_2(\text{NiMg})\text{SiO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara
Aluminium	bauxit	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Bintan, Kalimantan Barat
Timah	kasiterit	SnO_2	Bangka, Belitung, Singkep, Karimun
Tembaga	kalkopirit	CuFeS_2	Pegunungan Jayawijaya, Kalimantan Barat

Emas dan perak terdapat dalam keadaan murni tersebar di beberapa daerah yaitu Salido (Sumatra Barat), Rejang Lebong (Sumatra Selatan), Bengkulu, Cikotok (Jawa Barat), Paleleh (Sulawesi Utara), Bolaang Mongondow (Sulawesi Tengah), Kota Waringin (Kalimantan Barat).

Untuk memperoleh logam-logam berat seperti besi, timah, dan tembaga dari bijihnya, biasanya dilakukan melalui langkah-langkah pemekatan, pengeringan, pembakaran (untuk bijih yang bukan oksida), reduksi, dan pemurnian. Aluminium diperoleh melalui elektrolisis.

1. Komposisi alkali dalam kerak bumi

Logam alkali termasuk logam yang sangat reaktif. Di alam tidak terdapat dalam keadaan bebas, melainkan dalam keadaan terikat dalam bentuk senyawa.

Berikut ini tabel kadar unsur-unsur alkali di kerak bumi dalam satuan bpj (bagian per sejuta).

Unsur	Kadar (bpj)
Li	65
Na	28.300
K	25.900
Rb	310
Cs	7

Unsur yang paling banyak adalah Na dan K. Kedua unsur ini banyak terdapat dalam air laut dalam bentuk senyawa NaCl dan KCl.

2. Unsur-unsur alkali tanah tidak terdapat bebas di alam, tetapi terdapat dalam bentuk senyawanya

- Berilium terdapat dalam bijih beril ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$).
- Magnesium sebagai dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).
- Kalsium sebagai CaCO_3 pada batu kapur dan pualam, batu tahu/gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- Stronsium sebagai stronsianit (SrCO_3) dan galestin (SrSO_4).
- Barium sebagai bijih barit (BaSO_4).

3. Unsur-unsur periode ketiga di alam

Unsur	Sebagai senyawa
Na	NaNO_3 : Senyawa chilli
	NaCl : Dalam air laut
Mg	MgCO_3 : Magnesit
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: Garam inggris
	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Karnalit
	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$: Dolomit
	MgCl_2 : Dalam air laut

Unsur	Sebagai senyawa	
Al	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Kaolin
	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: Bauksit
	Na_3AlF_6	: Kriolit
Si	SiO_2	: Pasir
	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Tanah liat
P	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: Fosfit, dalam tulang
S	Bebas di alam	
	FeS_2	: Pirit
	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Gips
Cl	NaCl	: Dalam air laut

4. Unsur-unsur transisi periode keempat di alam

Di alam unsur-unsur transisi periode keempat terdapat dalam senyawa/mineral berupa oksida, sulfida, atau karbonat. Berikut ini tabel beberapa mineral terpenting dari unsur-unsur transisi periode keempat.

Tabel 3.2 Beberapa mineral dari unsur transisi periode keempat

Logam	Nama mineral	Rumus
Ti	rutile	TiO_2
Cr	kromit	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$
Mn	pirolusit	MnO_2
	manganit	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Fe	hematit	Fe_2O_3
	magnetit	Fe_3O_4
	pirit	FeS_2
	siderit	FeCO_3
	limonit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Co	kobaltit	CoAsS
Ni	pentlandit	FeNiS

Logam	Nama mineral	Rumus
Cu	garnerit	$H_2(NiMg)SiO_4 \cdot 2H_2O$
	kalkopirit	$CuFeS_2$
	kalkosite	Cu_2S
	malachit	$Cu_2(OH)_2CO_3$
Zn	seng blende	ZnS
	smith sonite	$ZnCO_3$



B. Sifat-sifat Unsur

1. Sifat unsur-unsur utama

a. Sifat halogen

- 1) Halogen merupakan golongan yang sangat reaktif dalam menerima elektron dan bertindak sebagai oksidator kuat dalam satu golongan. Makin ke atas, oksidator makin kuat.
- 2) Keelektronegatifan halogen dalam satu golongan makin ke atas makin besar. Unsur yang paling elektronegatif dibanding unsur lain dalam sistem periodik adalah fluor (perhatikan data keelektronegatifan).
- 3) Jari-jari atom halogen dalam satu golongan makin ke atas makin kecil (perhatikan data). Ini berarti makin ke atas ukuran molekul makin kecil, maka gaya tarik-menarik antar-molekul (gaya Van der Waals) akan makin kecil. Perhatikan juga titik didih dan titik lelehnya, makin ke atas makin kecil.

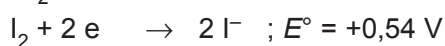
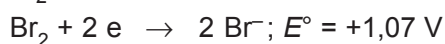
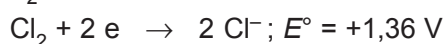
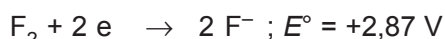
Tabel 3.3 Data sifat-sifat unsur halogen

Sifat	Fluor	Klor	Brom	Iodium	Astatin
Massa atom	19	35,5	80	127	210
Jari-jari atom (Å)	72	99	115	133	155
Titik leleh (°C)	-220	-101	-7	113	302
Titik didih (°C)	-188	-35	59	183	337
Keelektronegatifan	4,1	2,8	2,8	2,5	2,2
Wujud	gas	gas	cair	padat	padat
Warna	kuning muda	hijau kekuningan	merah cokelat	ungu	

Unsur halogen sangat berbahaya terhadap mata dan tenggorokan. Unsur halogen mempunyai bau yang merangsang dan berwarna.

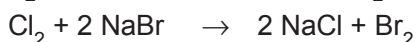
Walaupun brom berwujud cair, tetapi brom mudah sekali menguap. Begitu juga iodium, mudah sekali menyublim.

- 4) Unsur golongan halogen bersifat oksidator. Urutan kekuatan oksidator halogen dapat dilihat dari data potensial reduksinya:

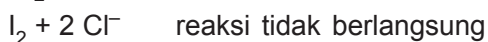
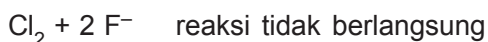


Berdasarkan data tersebut, makin ke atas, daya oksidasinya (oksidator) makin kuat. Data ini dapat digunakan untuk memperkirakan apakah reaksi halogen dengan senyawa halida dapat berlangsung atau tidak. Caranya dengan menghitung potensial sel, jika harga potensial sel positif berarti reaksi berlangsung dan jika harga potensial sel negatif berarti reaksi tidak berlangsung.

Halogen (yang bebas/diatomik) yang berada di atas dapat bereaksi dengan halida (senyawa/ion halida) yang berada di bawahnya. Contoh reaksi berlangsung:

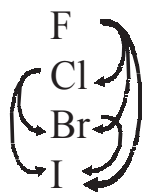


Jika halogen yang bebas berada di bawah senyawa/ion halida, maka reaksi tidak berlangsung. Contoh reaksi tidak berlangsung:



Secara sederhana halogen yang di atas dapat mendesak/mengusir halida yang di bawahnya, seperti atasan dapat mengusir bawahannya.

Halogen di bawah tidak dapat mendesak/mengusir halida yang di atasnya, seperti bawahan tidak dapat mengusir atasannya.



- 5) Mempunyai bilangan oksidasi lebih dari satu, kecuali fluor.

Tabel 3.4 Bilangan oksidasi halogen, oksida halogen, dan asam oksihalogen

Bilangan Oksidasi	Oksida Halogen				Asam Oksihalogen			Nama Umum
	Fluorin	Klorin	Bromin	Iodin	Klorin	Bromin	Iodin	
+1	-	Cl ₂ O	Br ₂ O	I ₂ O	HClO*	HBrO*	HIO*	asam hipohalit
+3	-	Cl ₂ O ₃	Br ₂ O ₃	I ₂ O ₃	HClO ₂ *	HBrO ₂ *	HIO ₂ *	asam halit
+5	-	Cl ₂ O ₅	Br ₂ O ₅	I ₂ O ₅	HClO ₃ *	HBrO ₃ *	HIO ₃	asam halat
+7	-	Cl ₂ O ₇	Br ₂ O ₇	I ₂ O ₇	HClO ₄	HBrO ₄ *	HIO ₄	asam perhalat

* Hanya terdapat sebagai larutan encer dan tidak stabil.

Asam oksihalida bersifat sebagai zat pengoksidasi (oksidator). Makin banyak atom O yang diikat, oksidator makin kuat.

Sifat asam dari oksihalida akan bertambah kuat dengan bertambahnya jumlah atom O. Jadi, urutan kekuatan asam: HClO < HClO₂ < HClO₃ < HClO₄.

b. Sifat gas mulia

Gas mulia dalam sistem periodik terdapat dalam golongan VIIIA.

Gas mulia dahulu juga disebut golongan nol.

Gas mulia terdiri atas unsur-unsur helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn). Radon bersifat radioaktif.

Tabel 3.5 Sifat unsur-unsur gas mulia

Sifat \ Gas mulia	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Nomor atom	2	10	18	36	54	86
Massa atom	4	20	40	84	131	222
Jari-jari atom (Å)	0,93	1,12	1,54	1,69	1,90	2,20
Energi ionisasi (kJmol ⁻¹)	2.640	2.080	1.420	1.350	1.170	1.040
Titik didih (°C)	-269	-246	-180	-152	-107	-62
Titik leleh (°C)	-272	-249	-189	-157	-112	-71

Sifat-sifatnya:

- 1) Unsur-unsur gas mulia mengandung 8 elektron pada kulit terluarnya kecuali He mengandung 2 elektron.
- 2) Energi ionisasinya sangat tinggi, akibatnya unsur-unsur gas mulia sukar bereaksi dengan unsur-unsur lainnya.
- 3) Pada tabel dapat dilihat bahwa titik leleh dan titik didihnya sangat rendah, namun baik titik leleh maupun titik didih makin ke bawah makin tinggi, sesuai dengan makin besarnya massa atom gas mulia.
- 4) Molekul gas mulia monoatomik.

c. *Sifat alkali dan alkali tanah*

Unsur-unsur kedua golongan tersebut sebagai berikut.

Golongan alkali	Golongan alkali tanah
Li (Litium)	Be (Berilium)
Na (Natrium)	Mg (Magnesium)
K (Kalium)	Ca (Kalsium)
Rb (Rubidium)	Sr (Stronsium)
Cs (Sesium)	Ba (Barium)
Fr (Fransium)	Ra (Radium)

Dalam sistem periodik, alkali terletak pada golongan IA (kecuali H) dengan elektron valensi 1 yaitu ns^1 . Sedangkan alkali tanah terletak pada golongan IIA dengan elektron valensi 2 yaitu ns^2 . Kedua golongan ini dimulai pada periode 2. Dengan elektron valensi yang kecil, maka kedua golongan ini sangat mudah melepaskan elektron, yaitu mudah melakukan reaksi oksidasi. Dengan demikian kedua golongan ini disebut sebagai zat pereduksi yang kuat (reduktor kuat). Sifat reduksinya makin ke kiri makin kuat dan makin ke bawah makin kuat.

Jadi, sifat reduktor alkali lebih kuat dibanding alkali tanah.

Berdasarkan mudahnya melepaskan elektron, maka secara umum sifat-sifat kedua golongan tersebut sebagai berikut.

- 1) Sebagai reduktor kuat.
- 2) Mudah bereaksi (sangat reaktif) dengan unsur-unsur nonlogam.
- 3) Mudah bereaksi dengan air kecuali Be. Sedangkan Mg bereaksi dengan air panas. Reaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen dan membentuk basa.
$$2 \text{Na}(s) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2 \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2(g)$$
$$\text{Ca}(s) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(aq) + \text{H}_2(g)$$
- 4) Oksidanya dalam air bersifat basa sehingga disebut oksida basa.
$$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH}$$
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$$
Kedua logam tersebut bersifat alkalis (pembentuk basa).
- 5) Logam alkali tanah dapat bereaksi dengan gas nitrogen pada suhu tinggi, menurut reaksi:
$$3 \text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$$
Sedangkan pada alkali hanya logam Li yang dapat bereaksi dengan nitrogen.
$$6 \text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{Li}_3\text{N}$$
- 6) Logam alkali sifat kelogamannya lebih kuat dibanding sifat logam alkali tanah. Dalam satu golongan, baik alkali maupun alkali tanah makin ke bawah makin kuat sifat logamnya. Sesium paling bersifat logam dan litium kurang bersifat logam. Barium merupakan logam alkali tanah paling reaktif, sedangkan berilium merupakan logam yang kurang reaktif.

- 7) Untuk lebih jelas tentang sifat periodik kedua golongan tersebut perhatikan tabel berikut.

Tabel 3.6 Sifat-sifat periodik unsur alkali dan alkali tanah

Sifat \ Unsur	Unsur Alkali					Unsur Alkali tanah				
	Li	Na	K	Rb	Cs	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Jari-jari atom (Å)	1,23	1,57	2,03	2,16	2,35	0,89	1,36	1,74	1,91	1,98
Keelektonegatifan	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
Energi ionisasi (kJmol ⁻¹)	520	496	419	403	375	(I) 899 (II) 1.757	737 1.450	590 1.145	549 1.064	503 965

- a) Jari-jari atom

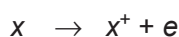
Makin ke bawah jari-jari atom makin besar, berarti makin mudah melepaskan elektron.

- b) Keelektonegatifan

Dengan harga keelektonegatifan yang kecil, maka atom logam alkali dan alkali tanah cenderung melepaskan elektron dan membentuk bilangan oksidasi positif dengan atom non-logam.

- c) Energi ionisasi

Untuk alkali tanah ada energi ionisasi pertama, artinya melepaskan satu buah elektron dari atom:



Sedangkan energi ionisasi kedua terjadi dari ion x^+ melepaskan satu buah elektron:



- 8) Tes nyala

Menurut teori atom Niels Bohr, bahwa energi yang dibebaskan dari atom yang tereksitasi, faktanya berupa spektrum garis dari setiap unsur. Beberapa spektrum terletak pada panjang gelombang sinar tampak sehingga kita dapat mengamati-

nya. Pengamatan dapat dilakukan dengan membakar senyawa yang mengandung unsur tersebut, kemudian diamati warna nyala api yang terjadi.

Tabel 3.7 Warna tes nyala unsur alkali dan alkali tanah

unsur	natrium	kalium	kalsium	stronsium	barium
Warna Nyala	kuning	ungu	merah	merah tua	hijau pucat

Masing-masing warna mempunyai panjang gelombang tertentu dan ini berarti energi yang dibebaskannya juga tertentu.

d. Sifat unsur periode ketiga

Unsur-unsur periode ketiga terdiri atas:

Unsur	Elektron valensi
Natrium (Na)	[Ne] 3s ¹
Magnesium (Mg)	[Ne] 3s ²
Aluminium (Al)	[Ne] 3s ² 3p ¹
Silikon (Si)	[Ne] 3s ² 3p ²
Fosfor (P)	[Ne] 3s ² 3p ³
Belerang (S)	[Ne] 3s ² 3p ⁴
Klor (Cl)	[Ne] 3s ² 3p ⁵

Berdasarkan elektron valensi yang bervariasi, maka sifat-sifat periodik unsur periode tiga sebagai berikut.

Tabel 3.8 Sifat periodik unsur periode tiga

Sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Jari-jari atom (Å)	1,57	1,36	1,24	1,17	1,10	1,04	0,99
Energi ionisasi (kJmol ⁻¹)	496	739	580	790	1.063	1.004	1.256
Keelektronegatifan	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,9
Biloks tertinggi	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Rumus oksida tertinggi	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇

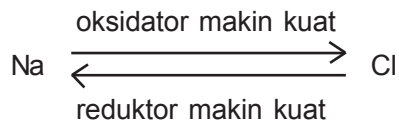
Sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Rumus basa/asam tertinggi	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄
Kekuatan basa/asam	basa kuat	basa lemah	amfoter	asam lemah	asam lemah	asam kuat	asam kuat
Potensial reduksi standar (V)	-2,71	-2,37	-1,66	-0,86	-0,43	+0,36	+ 1,36

1) Sifat reduktor/oksidator

Jari-jari atom dari Na ke Cl makin kecil berarti makin sukar melepaskan elektron atau makin mudah menerima elektron. Hal ini sesuai dengan harga keelektronegatifan yang makin besar.

Makin mudah menerima elektron berarti makin mudah melakukan reaksi reduksi, maka oksidator makin kuat. Hal ini didukung dari data potensial reduksi yang makin positif dan makin besar.

Kebalikannya, berarti makin ke kiri reduktor makin kuat.



Natrium termasuk reduktor yang kuat, ini terbukti dari:

- Reaksi dengan air sangat reaktif.
- Potensial reduksi standar besar dan negatif.
- Energi ionisasi kecil.

2) Kekuatan logam

Sesuai dengan sifat reduktornya, maka makin ke kiri sifat logam makin kuat. Pengelompokan sifat logam dari unsur periode tiga sebagai berikut.

Tabel 3.9 Sifat kekuatan logam periode tiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Sifat	logam	logam	logam	meta- loid	non- logam	non- logam	non- logam

Natrium, magnesium, dan aluminium termasuk logam yang lunak dan mengilap. Logam natrium mudah diiris, sedangkan logam magnesium dan aluminium mudah dibengkokkan.

Silikon berwarna abu-abu, gelap, dan sangat keras. Hal ini berkaitan dengan jumlah elektron valensi sebanyak 4 buah. Jadi, unsur ini sukar melepaskan dan menerima elektron. Silikon, seperti halnya intan, membentuk struktur molekul yang besar. Silikon bersifat semikonduktor.

Fosfor, belerang, dan klor termasuk unsur nonlogam dalam keadaan bebas membentuk molekul atomik yaitu fosfor membentuk P_4 , belerang membentuk S_8 , dan klor membentuk Cl_2 .

3) Kekuatan basa/asam

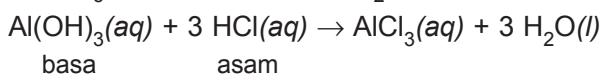
Sesuai dengan kekuatan logam, makin ke kiri makin kuat, maka sifat basa makin ke kiri makin kuat.

$NaOH$ termasuk basa kuat.

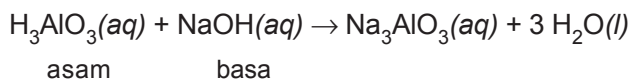
$Mg(OH)_3$ termasuk basa lemah.

$Al(OH)_3$ termasuk amfoter (dapat bersifat asam atau dapat bersifat basa).

Reaksi terhadap asam atau terhadap basa dari $Al(OH)_3$ seperti pada $Be(OH)_2$.



Jika $\text{Al}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan NaOH berarti $\text{Al}(\text{OH})_3$ bertindak sebagai asam, dituliskan H_3AlO_3 , maka reaksinya:



e. *Sifat unsur-unsur transisi periode keempat*

Unsur-unsur transisi periode keempat mempunyai sifat-sifat yang khas. Sifat-sifat khas unsur transisi periode keempat antara lain:

- 1) Bersifat logam, maka sering disebut logam transisi.
- 2) Bersifat logam, maka mempunyai bilangan oksidasi positif dan pada umumnya lebih dari satu.
- 3) Banyak di antaranya dapat membentuk senyawa kompleks.
- 4) Pada umumnya senyawanya berwarna.
- 5) Beberapa di antaranya dapat digunakan sebagai katalisator.

Untuk mengetahui lebih lanjut sifat-sifat unsur transisi periode keempat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.9 Sifat unsur transisi periode keempat

Sifat	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Konfigurasi elektron (di luar argon)	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^2$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^2$
Tenaga ionisasi (kJmol^{-1}) $\text{M}^{2+} + 2\text{e}$	1.872	1.970	2.018	2.243	2.226	2.222	2.397	2.486	2.705
Warna ion M^{2+}	-	cokelat	ungu	biru	merah muda	hijau	merah muda	hijau	biru

Sifat	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Elektronegativitas	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,9
Massa jenis	3,0	4,5	5,96	7,20	7,20	7,89	8,9	8,9	8,92
Jari-jari atom (nm)	0,144	1,32	0,122	0,117	0,117	0,116	0,115	0,117	0,125
Jari-jari ion m^{2+}					0,91	0,83	0,83	0,78	0,80

Tabel 3.10 Warna senyawa unsur transisi periode keempat dengan bilangan oksidasi

Blok Unsur	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Sc	-	tidak berwarna	tidak berwarna	-	-	-
Ti	-	ungu	biru	-	-	-
V	ungu	hijau	-	merah	jingga	-
Cr	biru	hijau	-	-	hijau	-
Mn	merah muda	-	-	-	-	ungu
Fe	hijau muda	kuning	-	-	-	-
Co	merah muda	biru	-	-	-	-
Ni	hijau	-	-	-	-	-
Cu	biru	-	-	-	-	-
Zn	tidak berwarna	-	-	-	-	-



C. Manfaat Unsur dan Senyawanya

1. Halogen

Kegunaannya:

- CCl_2F_2 : Gas freon (freon-12) digunakan sebagai zat pendingin pada lemari es dan AC.
- NaF : Natrium fluorida digunakan sebagai obat penguat pada kayu.
- DDT : Dikloro Difenil Trikloro etana digunakan sebagai insektisida.
- PVC : Polivinil klorida digunakan sebagai plastik untuk pipa pralon.
- CaOCl_2 : Digunakan sebagai serbuk pengelantang dan desinfektan.
- NaClO : Kaporit sebagai serbuk pengelantang
- KClO_3 : Digunakan dalam industri korek api.
- KCl : Digunakan untuk pupuk.
- NaBr : Digunakan dalam kedokteran sebagai obat penenang.

Pembuatan:

Unsur-unsur halogen dapat dibuat dengan jalan oksidasi, reduksi, dan elektrolisis.

- Klor : – Oksidasi
Dengan memanaskan campuran MnO_2 , NaCl , dan H_2SO_4 pekat.
- Elektrolisis lebur NaCl menghasilkan gas klor di anode.
- Elektrolisis lebur NaCl , dihasilkan gas Cl_2 pada anode dan Na pada katode.
- Elektrolisis larutan NaCl dengan menggunakan diafragma, dihasilkan gas Cl_2 pada anode dan NaOH pada katode.

- Brom : – Oksidasi
 Dengan mengalirkan gas Cl_2 ke dalam air laut.

$$\text{Cl}_2(g) + 2 \text{Br}^-(aq) \rightarrow 2 \text{Cl}^-(aq) + \text{Br}_2(aq)$$
- Iodium : – Reduksi
 Dengan menambah NaHSO_3 ke dalam larutan NaIO_3

$$2 \text{IO}_3^-(aq) + 5 \text{HSO}_3^-(aq) \rightarrow 3 \text{HSO}_4^-(aq) + 2 \text{SO}_4^{2-}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{I}_2(aq)$$

2. Nitrogen dan oksigen

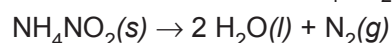
a. Nitrogen

Dalam keadaan bebas terdapat di udara ($\pm 78\%$); dalam keadaan terikat sebagai KNO_3 dan NaNO_3 (sendawa Chili).

Pembuatan:

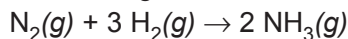
Dalam teknik/industri: dengan distilasi udara cair.

Dalam laboratorium : dengan memanaskan NH_4NO_2



Senyawa yang penting:

NH_3 : dibuat dengan Proses Haber–Bosch



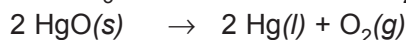
Sebagai bahan baku pembuatan pupuk urea.

HNO_3 (asam nitrat): dibuat dengan proses Ostwald.

b. Oksigen

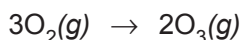
Pembuatan oksigen:

- 1) Proses elektrolisis air.
- 2) Proses penyulingan udara.
- 3) Memanaskan garam tertentu dan oksida logam berat



Ozon

Ozon merupakan alotrop dari oksigen. Ozon dapat dibuat dengan mengalirkan gas oksigen ke dalam busur listrik.



Ozon digunakan sebagai desinfektan pada air, sebagai pengganti klor.

3. Alkali dan alkali tanah

a. Senyawa-senyawa alkali

NaOH : Disebut soda api

Digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan sabun, detergen, kertas, serat rayon.

Na₂CO₃: Natrium karbonat dikenal dengan nama soda.

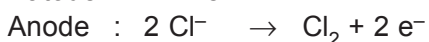
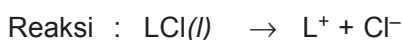
Digunakan dalam industri kaca, melunakkan air sadah dan menghilangkan noda minyak.

NaHCO₃: Natrium bikarbonat juga disebut soda kue.

Digunakan untuk pembuatan kue.

Pembuatan:

Logam alkali dibuat dengan elektrolisis cairannya (sebagai klorida).



b. Senyawa-senyawa alkali tanah

1) Magnesium oksida (MgO)

Digunakan untuk bahan gading tiruan, obat penyakit mag, dan pelapis tanur.

2) Magnesium sulfat berkrystal (MgSO₄·7H₂O)

Digunakan sebagai obat kuras dengan nama garam inggris.

3) Kalsium oksida (CaO)

Kalsium oksida disebut juga kapur tohor atau gamping. Digunakan dalam industri besi, semen, soda, kaca.

4) Kalsium karbida (CaC_2)

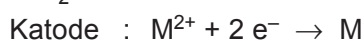
Kalsium karbida disebut juga karbit, digunakan untuk membuat gas asetilen.

5) Kalsium sulfat (CaSO_4)

Kalsium sulfat yang mengandung 2 molekul air kristal disebut batu tahun ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Pembuatan:

Logam alkali tanah dibuat dengan elektrolisis garam klorida cairannya.

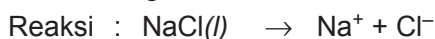


4. Unsur-unsur Periode Ketiga

Pembuatan dan kegunaannya

a. *Natrium*

Dibuat dengan cara elektrolisis leburan NaCl



Natrium tidak dapat dibuat dengan elektrolisis air laut.

Natrium disimpan dalam minyak tanah.

Kegunaannya:

Sebagai lampu penerangan di jalan-jalan raya. Natrium mempunyai kemampuan menembus kabut.

b. *Magnesium*

Dibuat dengan cara elektrolisis lelehan MgCl_2 .

Kegunaannya:

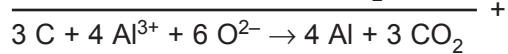
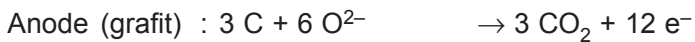
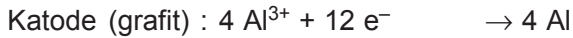
Untuk aliansi (magnalium), digunakan untuk kerangka pesawat terbang dan lampu kilat dalam fotografi.

c. *Aluminium*

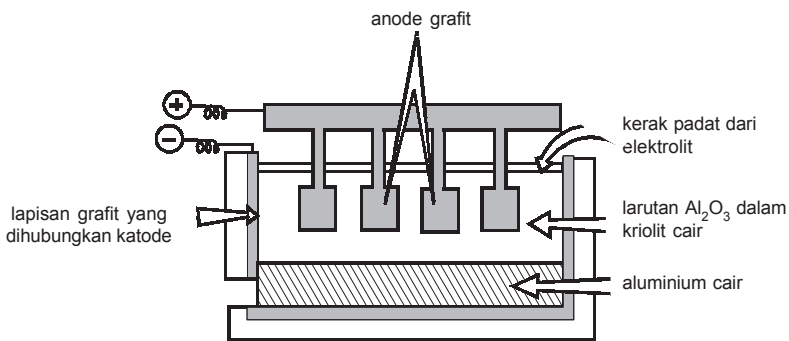
Dibuat dengan elektrolisis dari bauksit yang murni.

1) Al_2O_3 murni dicampur dengan Na_3AlF_6 (kriolit) untuk menurunkan titik leleh Al_2O_3 dan bertindak sebagai pelarut untuk pemurnian Al_2O_3 .

2) Dielektrolisis, reaksi yang terjadi:



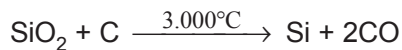
Anode sedikit demi sedikit akan habis.



Gambar 3.2 Elektrolisis aluminium

d. Silikon

Dibuat dengan mereduksi SiO_2 dengan karbon

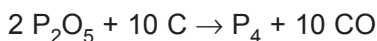
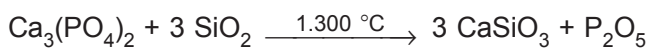


Kegunaannya:

- Bahan bakar pada pembuatan jenis-jenis gelas atau kaca.
- Bahan-bahan solar sel.
- Sebagai semikonduktor.

e. Fosfor

Dibuat dengan Proses Wohler



Dikenal dalam 2 bentuk alotropi, yaitu fosfor putih dan fosfor merah.

Kegunaannya:

- Bahan untuk membuat pupuk superfosfat.
- Bahan untuk membuat korek api.

f. Belerang

Terdapat bebas di alam, terutama di daerah gunung berapi. Dikenal dalam 2 bentuk alotropi, yaitu monoklin (di atas suhu 96 °C) dan rombik (di bawah suhu 96 °C).

Kegunaannya:

Sebagai bahan baku pembuatan asam sulfat H_2SO_4 (Proses Kontak dan Proses Kamar Timbal).

1) Asam sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat adalah zat cair kental, tak berwarna, bersifat sangat higroskopis. Asam sulfat dapat menarik hidrogen dan oksigen dari senyawanya dengan perbandingan 2 : 1. Senyawa-senyawa yang mengandung H dan O seperti gula, selulosa, dan kayu akan hangus bila dituangi asam sulfat pekat. Selain bersifat higroskopis, asam sulfat pekat merupakan oksidator kuat.

2) Pembuatan asam sulfat

Dalam dunia industri asam sulfat dibuat dengan 2 cara, yaitu:

- a) Menurut proses kontak.
- b) Menurut proses bilik timbal/kamar timbal.

Proses kontak dengan proses kamar timbal mempunyai persamaan dan perbedaan.

- 1) Persamaan : bahan dasar SO_2 dari pembakaran belerang.
- 2) Perbedaan : katalis yang digunakan pada proses kamar timbal adalah campuran NO dan NO_2 (uap nitreusa).

Hasil kemurniannya:

- 1) Proses kontak : 98–100%
- 2) Proses kamar timbal : $\pm 77\%$

1) Proses kontak

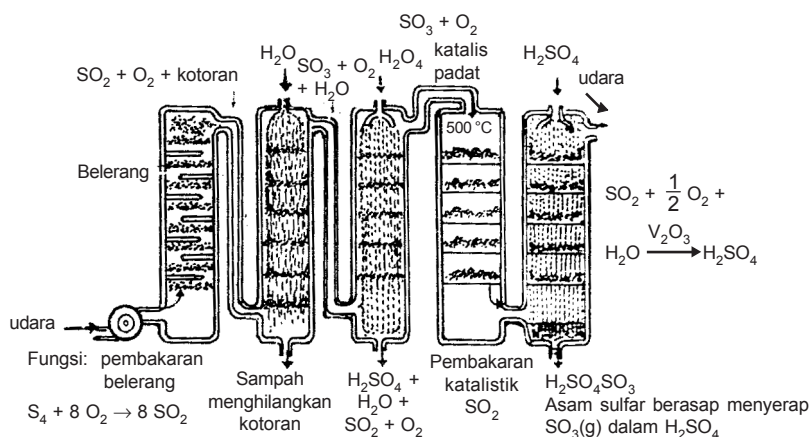
Bahan baku asam sulfat adalah gas SO_2 yang diperoleh dengan pemanggangan pirit atau pembakaran arang.

Reaksinya: $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$

atau: $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

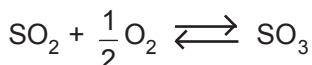
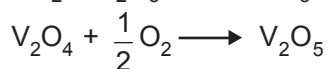
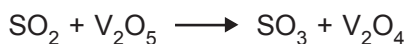
Gas belerang dioksidasi yang terjadi dicampur dengan udara dialirkan melalui katalisator kontak (V_2O_5) pada suhu $\pm 400^\circ\text{C}$.

Dalam tanur kontak, gas $\text{SO}_2 + \text{O}_2$ diembuskan ke dalam tanur hingga bersentuhan dengan lempeng-lempeng yang dilapis V_2O_5 dalam tanur tersebut sebagai zat kontak.



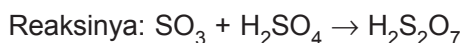
Gambar 3.3
Pembuatan H_2SO_4 dengan proses kontak

Reaksi yang terjadi:

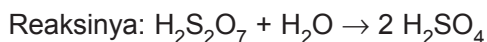


Dalam reaksi ini V_2O_5 tidak hanya bertindak sebagai katalis, tetapi juga bertindak sebagai oksidator. Oleh karena itu, dalam proses kontak V_2O_5 bertindak sebagai katalis oksidator.

Gas SO_3 yang terjadi dialirkan ke dalam larutan asam sulfat encer, sehingga terjadi asam piro-sulfat.



Dengan menambahkan air ke dalam campuran ini diperoleh asam sulfat pekat (98%).

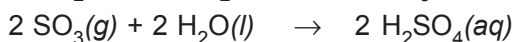
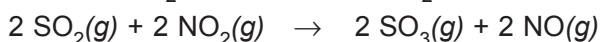


2) Proses bilik timbal

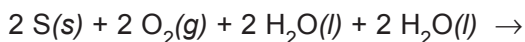
Bahan baku dalam proses ini sama seperti pada proses kontak yaitu gas SO_2 . Katalis yang digunakan pada proses ini ialah gas NO dan NO_2 .

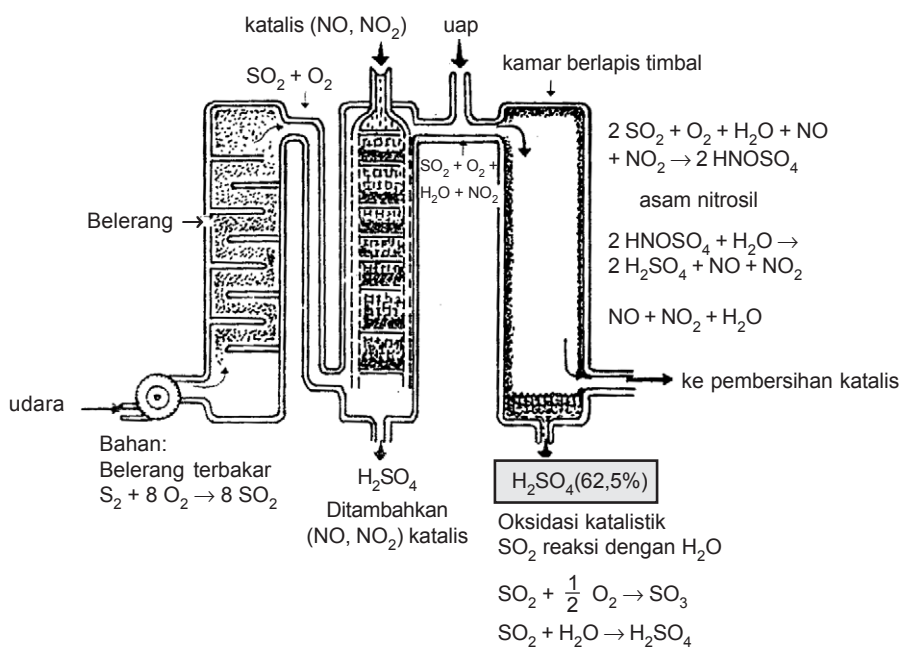
Gas SO_2 , NO , NO_2 , dan uap air dialirkan ke dalam ruang yang bagian dalamnya dilapisi Pb (timbal).

Reaksi yang terjadi:



Reaksi total:





Gambar 3.4
Pembuatan asam sulfat menurut proses kamar timbal

g. Klor

Dapat dibuat dengan elektrolisis leburan NaCl atau elektrolisis larutan NaCl dengan menggunakan diafragma.

Kegunaannya:

Sebagai desinfektan ($Ca(OCl)_2$), pemutih NaClO.

h. Argon

Digunakan sebagai pengisi bola lampu listrik dalam pengelasan dan pencegahan perkaratan.

5. Unsur-unsur transisi periode keempat

a. Penggunaan

Unsur	Dalam bentuk	Kegunaan
Ti	$\text{TiCl}_3(\text{Al}_2\text{C}_2\text{H}_5)_6$	Katalis dalam polimerisasi etena.
V	V_2O_5 atau VO_3^-	Katalis dalam pembuatan H_2SO_4 menurut proses Kontak.
Cr	logam campuran	Baja krom terdiri atas Cr, Mn, dan Si; nikrom terdiri atas Ni, Fe, Cr, stainless steel terdiri atas Cr, Fe, dan Ni.
Mn	MnO_2	Pengisi baterai kering (batu kawi); katalis pada penguraian KClO_3 dan H_2O_2 .
Fe	serbuk	Katalis pada pembuatan amonia, NH_3 menurut proses Haber Bosch.
Ni	logam campuran serbuk Ni	Berbagai baja. Katalis pada proses pengerasan minyak tumbuhan (hidrogenasi) seperti pembuatan margarin.
Cu	logam campuran	Kuningan terdiri atas Cu dan Zn, perunggu terdiri atas Cu, Sn, dan Zn, monel (digunakan untuk alat dapur atau barang hiasan) terdiri atas Ni dan Cu. Alnico (pembuatan magnet) terdiri atas Al, Ni, Cu, dan Fe.

b. Pengolahan

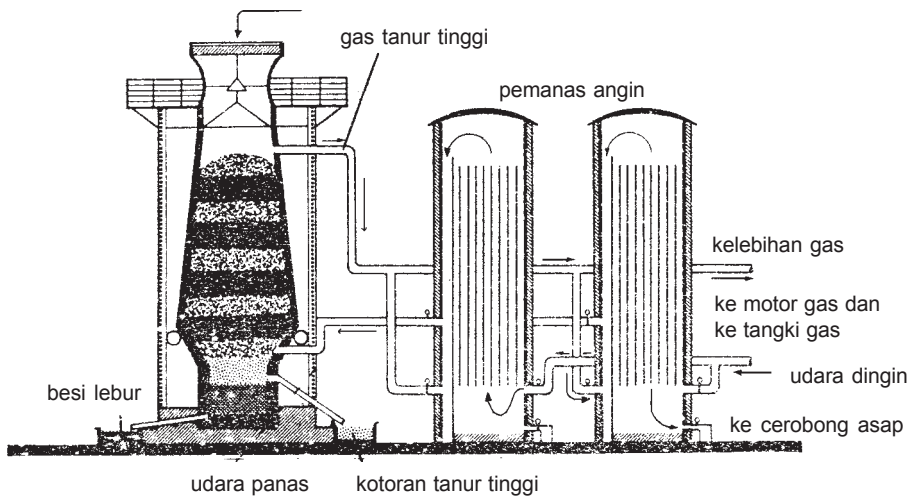
1) Tembaga

- a) Bahan baku adalah kalkopirit, CuFeS_2 .
- b) Pengolahan dengan proses oksidasi reduksi.
- c) Bagan pengolahan tembaga sebagai berikut.



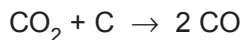
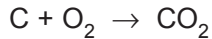
2) Besi

- a) Bahan baku terdiri atas: bijih besi, Fe_2O_3 atau Fe_2O_4 , CaCO_3 , atau SiO_2 kokas (C).
- b) Pengolahan dengan proses tanur tinggi.
- c) Bagan pengolahan besi dengan proses tanur tinggi.



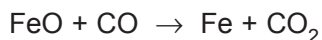
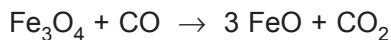
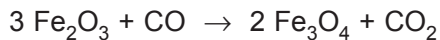
Gambar 3.5
Tanur tinggi dengan 2 pemanas angin yang bekerja bergantian

- Campuran bahan baku akan turun ke bagian bawah dengan suhu yang lebih tinggi $\pm 800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Di sini karbon terbakar menjadi CO_2 dan gas CO_2 yang terjadi direduksi oleh karbon menjadi gas CO .



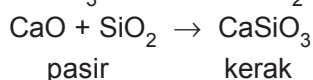
Gas CO yang terjadi mereduksi bijih besi.

Reaksinya:



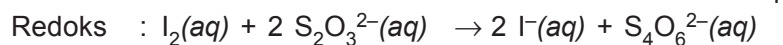
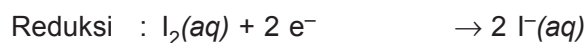
- Besi yang terbentuk masih dalam bentuk padat (titik lebur besi $\pm 1.540\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan terus turun ke bagian lebih bawah lagi. Di sini besi yang terbentuk menyerap karbon. Oleh karena itu, daerah ini disebut daerah karburasi atau daerah hangus ($\pm 1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$), karena menyerap karbon, sehingga titik lebur besi turun.

- Besi yang telah menyerap karbon ini meluncur lagi ke bawah dan mencair (daerah pencairan) besi cair berkumpul di bagian bawah tanur.
- Pada bagian atas besi cair terjadi reaksi pembentukan kerak.

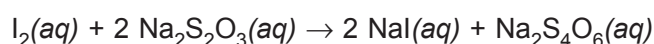


D. Penetapan Kadar Zat dalam Senyawa

Iodometri adalah titrasi (penetapan) kadar suatu zat berdasarkan reaksi redoks antara iod dan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.



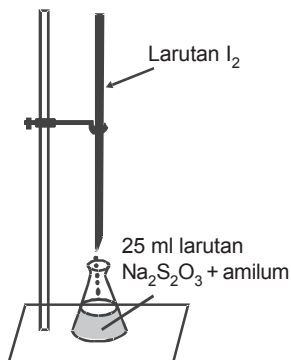
Reaksi rumusnya:



Titik ekuivalen ditunjukkan dengan indikator amilum yang memberi warna biru dengan iod.



Dengan iodometri dapat ditentukan kadar zat-zat yang dapat bereaksi dengan iod atau zat-zat yang bereaksi dengan iodida (KI) membebaskan iod. Perhatikan contoh-contoh soal berikut.



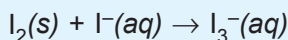
Gambar 3.6
Proses iodometri

1. Kadar larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dapat ditetapkan dengan iod murni sebagai berikut: 2,54 g iod murni dicampur dengan ± 5 g kristal KI kemudian diberi sedikit air. Setelah semua iod larut, ditambah lagi air hingga volume larutan tepat 100 mL. Larutan ini kemudian diisikan ke dalam buret 25 mL. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang akan ditentukan kadarnya setelah diberi 4–5 tetes suspensi amilum, ditetesi dengan larutan I_2 tadi (lihat gambar).

- Apa fungsi kristal KI pada pelarutan kristal iod?
- Hitung molaritas larutan iod yang digunakan!
- Bagaimana perubahan warna pada titik ekuivalen?
- Tulis persamaan reaksinya!
- Apabila volume larutan iod yang digunakan 20 mL, tentukan molaritas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ itu!

Jawab:

- Kristal iod berguna untuk melarutkan iod. Iod sukar larut dalam air murni tetapi mudah larut dalam larutan I^- karena membentuk triiodida:

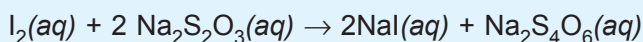


$$\begin{aligned} \text{b. } 2,54 \text{ g I}_2 &= \frac{2,54}{254} \text{ mol} \\ &= 0,01 \text{ mol} \end{aligned}$$

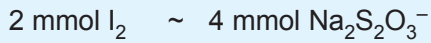
$$\begin{aligned} M &= \frac{n}{V} \text{ molL}^{-1} \\ &= \frac{0,01}{0,1} \text{ molL}^{-1} \\ &= 0,1 \text{ molL}^{-1} \end{aligned}$$

- Amilum + larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow$ tidak berwarna. Setelah ada pada titik ekuivalen, maka satu tetes saja kelebihan larutan iod akan memberi warna biru-ungu pada amilum. Jadi, terjadi perubahan warna: Tidak berwarna \rightarrow biru-ungu.

- Persamaan reaksi:



$$\begin{aligned} \text{e. } 20 \text{ ml } 0,1 \text{ M } I_2 &= 20 \times 0,1 \text{ mmol} \\ &= 2 \text{ mmol} \end{aligned}$$

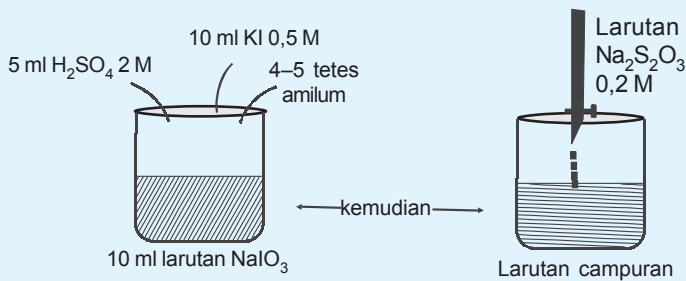


Jadi, dalam 25 ml larutan terdapat 4 mmol $Na_2S_2O_3$.

$$M = \frac{n}{V} = \frac{4 \text{ mmol}}{25 \text{ ml}} = 0,16 \text{ molL}^{-1}.$$

Jadi, kadar larutan $Na_2S_2O_3 = 0,16 \text{ molL}^{-1}$.

2. Kadar larutan $NaIO_3$ akan ditentukan sebagai berikut. Sebanyak 10 ml larutan itu dicampur dengan 5 ml larutan H_2SO_4 2 M kemudian diberi 10 ml larutan KI 0,5 M (berlebih). Setelah diberi 4–5 tetes larutan amilum, larutan ditetesi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,2 M.



- Apa guna H_2SO_4 ?
- Mengapa larutan KI 0,5 M ditambahkan berlebihan?
- Bagaimanakah perubahan warna?
- Tulis persamaan reaksi redoks yang terjadi!
- Bila volume larutan $Na_2S_2O_3$ yang digunakan = 15 mL, maka tentukan kadar larutan $NaIO_3$!

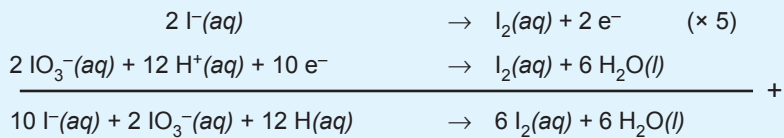
Jawab:

- H_2SO_4 berguna membuat suasana larutan menjadi asam.
- KI ditambahkan berlebihan sebab:
 - Tidak mungkin menambahkannya dalam jumlah yang pas karena jumlah $NaIO_3$ belum diketahui.
 - Kelebihan KI perlu untuk melarutkan I_2 yang terbentuk.

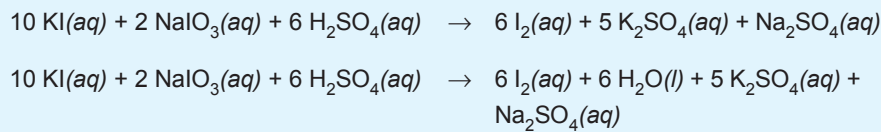
c. Perubahan warna dari biru menjadi tak berwarna.

d. Reaksi:

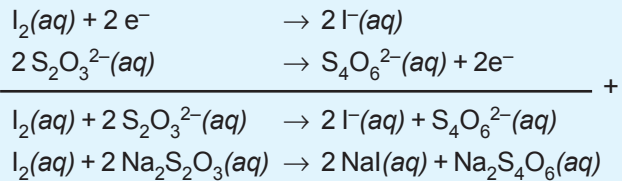
Pada penambahan larutan KI:



atau



Pada penambahan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:



$$\begin{aligned} \text{e. } 15 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ } 0,2 \text{ M} &= 15 \times 0,2 \text{ mmol} \\ &= 3 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$3 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \sim 1,5 \text{ mmol I}_2 \sim 0,5 \text{ mmol NaIO}_3$$

Jadi, dalam 10 ml larutan terdapat 0,5 mmol NaIO_3 .

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,5}{10} \text{ mol/mL} = 0,05 \text{ molL}^{-1}$$



Percobaan

Penentuan kadar NaClO dalam larutan pemutih

Larutan pemutih banyak dijual di toko-toko dalam berbagai merek. Larutan pemutih mengandung senyawa oksiklor, yaitu NaClO . Pada label botol di pasaran umumnya tertera mengandung 5,25% NaClO . Pada kegiatan ini, Anda diminta menguji kadar NaClO yang tepat berdasarkan eksperimen.

Alat:

Labu erlenmeyer 125 mL

Pipet volumetri 5 mL

Pipet tetes

Gelas ukur 10 mL

Bahan:

Larutan pemutih

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M

Larutan KI 1 M

Larutan HCl 1 M

Urutan kerja:

1. Masukkan 1 mL larutan pemutih ke dalam labu erlenmeyer menggunakan pipet.
2. Tambahkan 2 mL larutan KI 1 M dan 5 mL larutan HCl 1 M.
3. Titrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sampai warna I_2 tepat hilang ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ disiapkan pada gelas ukur, ambillah dengan pipet untuk titrasi, dan catat volume yang digunakan).
4. Hitung kadar ClO^- dalam larutan pemutih.

Catatan: Larutan pemutih jangan diisap oleh mulut.

Pengamatan:

Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M yang digunakan = mL.

Perhitungan:

1. Selesaikan reaksi berikut:
 $\text{ClO}^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
2. Berapa mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan?
3. Berapa perbandingan mol ClO^- dengan $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ berdasarkan reaksi?
4. Hitung kadar ClO^- pada larutan pemutih tersebut!
5. Jika ada perbedaan kadar ClO^- dipasang pada label dengan hasil percobaan, apa penyebabnya? Jelaskan!

Pelatihan

1. Selesaikan reaksi di bawah ini dengan cara redoks!
 - a. $\text{ClO}^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$
 - b. $\text{ClO}_2^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$
 - c. $\text{ClO}_3^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$
 - d. $\text{IO}_3^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$
2. Untuk mengetahui KClO_3 dalam serbuk garam klorat, maka timbang 10 gram garam klorat kotor, kemudian larutkan dalam air sehingga volumenya tepat 50 mL. Pipet 10 mL dan masukkan ke dalam erlenmeyer kolf yang telah diisi larutan KI dengan HCl secukupnya. Kemudian larutan tersebut dititrasi, ternyata membutuhkan 18 mL larutan natrium tiosulfat 0,1 M (A_r K = 39, Cl = 35,5, dan O = 16).
 - a. Bagaimana reaksi yang terjadi?
 - b. Berapa kadar KClO_3 dalam garam klorat?



E. Unsur Radioaktif

Unsur/zat radioaktif adalah zat yang secara spontan memancarkan sinar/radiasi. Sinar yang dipancarkan disebut sinar radioaktif.

1. Perkembangan Keradioaktifan

Gejala keradioaktifan pertama kali dikemukakan oleh Henry Becquerel seorang ahli berkebangsaan Prancis pada tahun 1896. Setelah ditemukan sinar X oleh W.C. Rontgen pada tahun 1895.

Pada tahun 1898 Piere Currie dan Marie Currie menemukan dua unsur radioaktif yang lain yaitu radium (Ra) dan polonium (Po).

Sifat-sifat sinar radioaktif:

- Mempengaruhi/merusak film.
- Dapat mengionkan gas.
- Memiliki daya tembus besar.
- Menyebabkan benda yang berlapis ZnS dapat berpendar (berfluoresensi).

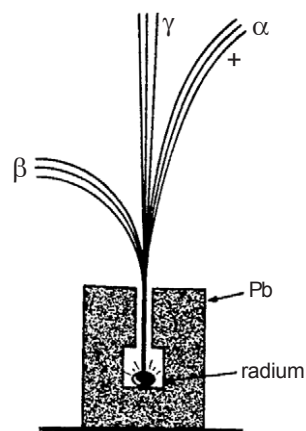
2. Macam-macam Sinar Radioaktif

a. Sinar alfa (α)

- Simbol: ${}^4_2\alpha$ atau ${}^4_2\text{He}$
- Penemu: E. Rutherford.
- Daya tembus kecil, daya ionisasi besar.
- Dapat dibelokkan oleh medan listrik/magnet.

b. Sinar beta (β)

- Simbol: ${}^0_{-1}\beta$ atau ${}^0_{-1}\text{e}$
- Penemu: E. Rutherford.
- Daya tembus lebih besar daripada sinar alfa.



Gambar 3.6
Pengurai sinar radioaktif di dalam medan magnet

- Daya ionisasi lebih kecil daripada sinar alfa.
- Dapat dibelokkan oleh medan listrik/magnet.

c. Sinar gama (γ)

- Simbol: ${}^0_0\gamma$
- Penemu: Paul Ulrich Villard.
- Daya tembus paling besar.
- Daya ionisasi paling kecil
- Tidak dapat dibelokkan oleh medan listrik/magnet.
- Merupakan gelombang elektromagnetik.

3. Partikel-partikel Dasar

Jenis partikel	Notasi	Muatan	Massa (sma)
proton	1_1p atau 1_1H	+1	1
elektron	${}^0_{-1}e$	-1	0
neutron	1_0n	0	1
positron	${}^0_{+1}e$	+1	0
deutron	2_1H atau 2_1D	+1	2
triton	3_1H atau 3_1T	+1	3
sinar alfa	${}^4_2\alpha$ atau 4_2He	+2	4
sinar beta	${}^0_{-1}\beta$	-1	0
sinar gama	${}^0_0\gamma$	0	0

4. Struktur Inti

Inti atom tersusun dari partikel-partikel yang disebut nukleon. Suatu inti atom yang diketahui jumlah proton dan neutronnya disebut nuklida.

Simbol Nuklida:



X = unsur radioaktif

A = nomor massa (jumlah $p + n$)

Z = nomor atom (jumlah p)

Contoh: ${}_{92}^{238}\text{U}$

proton = 92

neutron = $(238 - 92) = 143$

Macam-macam nuklida:

a. Isotop: nuklida yang mempunyai jumlah proton sama tetapi jumlah neutron berbeda.

Contoh: ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ dan ${}_{82}^{207}\text{Pb}$

b. Isobar: nuklida yang mempunyai jumlah proton dan neutron sama tetapi jumlah proton berbeda.

Contoh: ${}_{6}^{14}\text{C}$ dan ${}_{7}^{14}\text{N}$

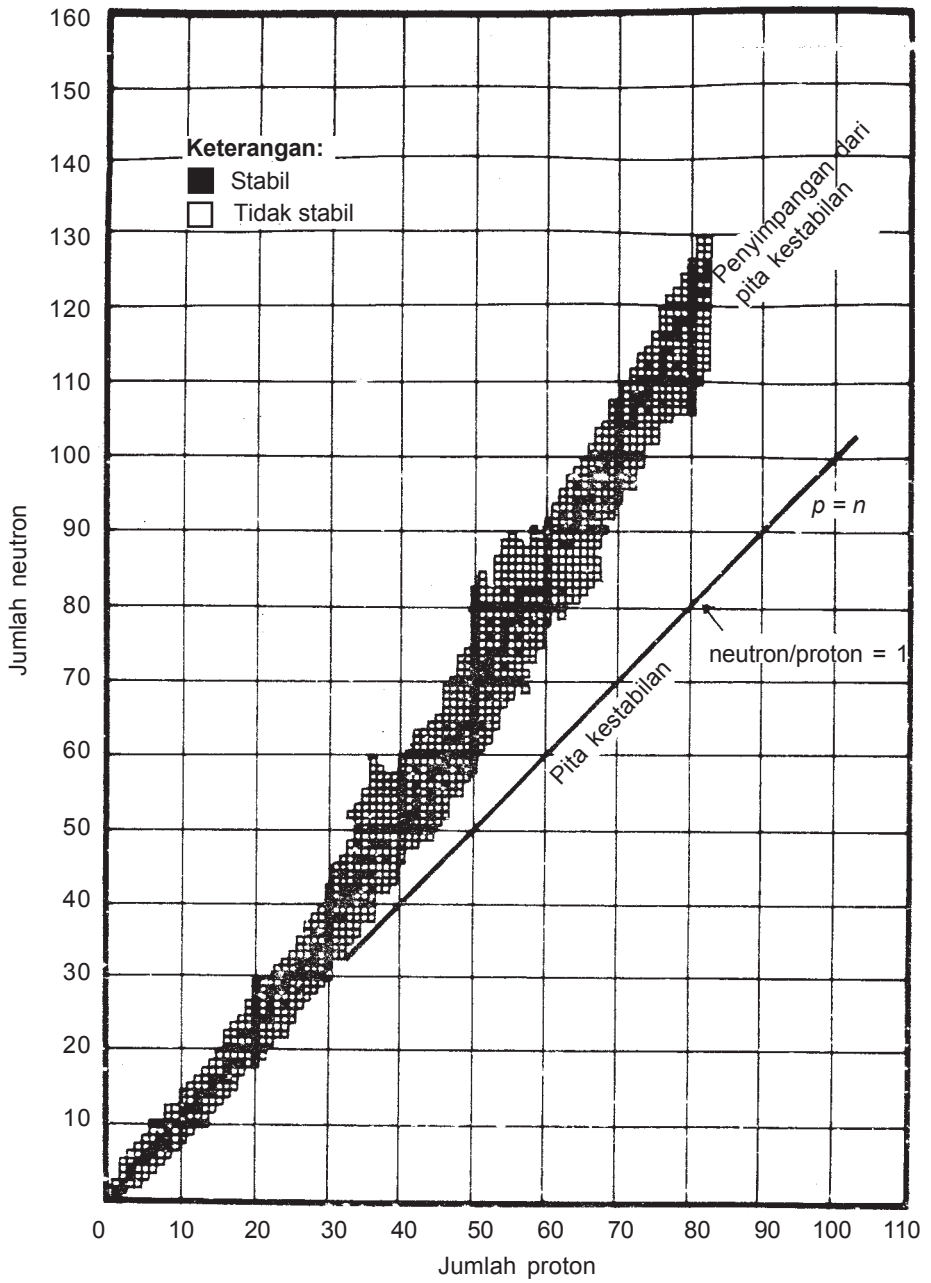
c. Isoton: nuklida yang mempunyai jumlah neutron sama.

Contoh: ${}_{1}^3\text{H}$ dan ${}_{2}^4\text{He}$

5. Kestabilan inti

Inti atom tersusun dari partikel proton dan neutron.

Inti yang stabil apabila memiliki harga $\frac{n}{p} = 1$. Kestabilan inti dapat digambarkan sebagai berikut.



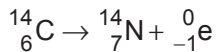
Gambar 3.7
 Pita kestabilan inti

Inti atom yang tidak stabil akan mengalami peluruhan menjadi inti yang lebih stabil dengan cara:

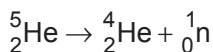
a. Inti yang terletak di atas pita kestabilan $\left(\frac{n}{p} > 1\right)$ stabil

dengan cara:

1) Pemancaran sinar beta (elektron).



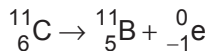
2) Pemancaran neutron (jarang terjadi).



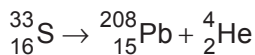
b. Inti yang terletak di bawah pita kestabilan $\left(\frac{n}{p} < 1\right)$ stabil

dengan cara:

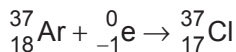
1) Pemancaran positron.



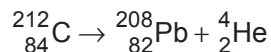
2) Pemancaran proton (jarang terjadi).



3) Penangkapan elektron di kulit K.

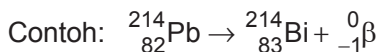


c. Inti yang terletak di seberang pita kestabilan ($Z > 83$) stabil dengan mengurangi massanya dengan cara memancarkan sinar α .

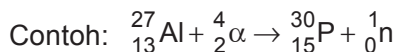


6. Macam-macam reaksi inti

a. Reaksi peluruhan/desintegrasi adalah reaksi inti secara spontan memancarkan sinar/partikel tertentu.

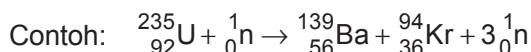


- b. Reaksi transmudasi adalah reaksi penembakan inti dengan partikel menghasilkan nuklida baru yang bersifat radioaktif.

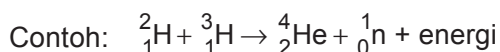


dapat ditulis ${}_{13}^{27}\text{Al}(\alpha; \text{n}) {}_{15}^{30}\text{P}$

- c. Reaksi fisi adalah reaksi pembelahan inti yang besar menjadi dua nuklida yang lebih kecil dan bersifat radioaktif.



- d. Reaksi fusi adalah reaksi penggabungan inti yang kecil menjadi nuklida yang lebih besar.



7. Waktu paro

Waktu paro adalah waktu yang dibutuhkan unsur radioaktif untuk mengalami peluruhan sampai menjadi $\frac{1}{2}$ kali semula (masa atau aktivitas).

Rumus:
$$N_t = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{T}{t_{\frac{1}{2}}}}$$

N_t = massa setelah peluruhan

N_0 = massa mula-mula

T = waktu peluruhan

$t_{\frac{1}{2}}$ = waktu paro

Contoh:

Suatu unsur radioaktif mempunyai waktu paro 4 jam. Jika semula tersimpan 16 gram unsur radioaktif, maka berapa massa zat yang tersisa setelah meluruh 1 hari?

Diketahui: $N_0 = 16$ gram
 $T = 1$ hari = 24 jam
 $t_{\frac{1}{2}} =$ waktu paro

Ditanya: $N_t = \dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab: } N_t &= N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{T}{t_{\frac{1}{2}}}} \\ &= 16 \text{ gram} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{24}{6}} \\ &= 16 \text{ gram} \left(\frac{1}{2} \right)^4 \\ &= 16 \text{ gram} \cdot \frac{1}{16} \\ &= \frac{16}{16} = 1 \text{ gram} \end{aligned}$$

8. Penggunaan radioisotop

Radioisotop dapat digunakan sebagai perunut, sumber radiasi, dan sumber energi.

a. Radioisotop digunakan sebagai perunut/pelacak karena perpindahannya dapat diikuti berdasarkan radiasi yang dipancarkan.

Contoh:

1) Bidang kedokteran

- Isotop I-131: untuk diagnosis penyakit kelenjar gondok.
- Isotop Na-24: untuk mengetahui penyumbatan darah pada urat.

2) Bidang arkologi

Isotop C-14: untuk menentukan umur fosil.

3) Bidang pertanian

Isotop P-32: untuk mempelajari cara pemupukan yang tepat.

- 4) Bidang hidrologi
Isotop Na-24: untuk menentukan debit air dan mengetahui gerak lumpur pada sungai.
 - 5) Bidang biologi
Isotop C-14: untuk mempelajari peristiwa fotosintesis.
 - 6) Bidang kimia
Isotop O-18: untuk mempelajari mekanisme reaksi esterifikasi.
- b. Radioisotop digunakan sebagai sumber radiasi karena daya tembus radiasinya serta akibat dari radiasi terhadap bahan yang dilalui.
- Contoh:
- 1) Bidang kedokteran.
Isotop Co-60: untuk terapi penyakit kanker.
 - 2) Bidang pertanian
 - Untuk memberantas hama.
 - Untuk pembuatan bibit unggul.
 - 3) Bidang industri
Untuk mengawetkan makanan/minuman dalam kaleng.
- c. Radioisotop digunakan sebagai sumber energi.
Contoh: untuk PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir) dengan menggunakan reaksi fisi bahan bakar fosil ${}_{92}^{235}\text{U}$.

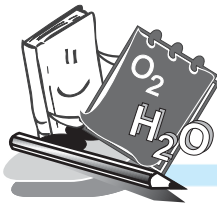


Rangkuman

1. Helium untuk mengisi balon udara, dicampur dengan oksigen untuk membuat udara buatan. Argon untuk mengisi bola lampu pijar.
2. Gas mulia digunakan untuk pembuatan lampu tabung bertekanan rendah.
3. Unsur gas mulia yang membentuk senyawa adalah xenon dan kripton. Senyawanya adalah XeF_4 , XeF_6 , XeF_2 , KrF_2 , KrF_6 , XeO_2 , dan Na_4XeO_6 .
4. Unsur golongan VIIA disebut golongan halogen yaitu fluor, klor, brom, iodium, dan astatin.
5. Halogen bersifat reaktif, di alam terdapat dalam bentuk senyawa.
6. Pada suhu normal fluorin dan klorin berwujud gas, bromin berwujud cair, dan yodium berwujud padat.
7. Di dalam pelarut nonpolar, misalnya tetraklor metana dan sikloheksana, klorin tidak berwarna, brom berwarna merah, dan iodium berwarna ungu.
8. Reaktivitas halogen terhadap logam berkurang, jika nomor atomnya bertambah.
9. Reaktivitas halogen terhadap nonlogam menunjukkan pola yang sama. Fluorin bereaksi langsung dengan semua unsur nonlogam, kecuali nitrogen, helium, neon, dan argon.
10. Fluor merupakan unsur paling elektronegatif, tidak dijumpai senyawa fluor, yang fluornya mempunyai bilangan positif.
11. HCl murni relatif tidak reaktif, tetapi larutannya dalam air bersifat asam. Bereaksi dengan logam menghasilkan gas hidrogen, dengan basa membentuk garam.
12. Nitrogen dibuat dengan cara mendinginkan udara hingga menjadi cair. Titik didih nitrogen $-195,8^\circ\text{C}$ dan titik didih oksigen -183°C , berdasarkan perbedaan titik didih ini nitrogen dapat dipisahkan dari oksigen.
13. Amonia dibuat menurut proses Haber-Bosch. Campuran gas nitrogen dan hidrogen dipanaskan pada suhu 500°C , tekanan 200 atmosfer dengan katalis Fe_3O_4 , dengan promotor K_2O dan Al_2O_3 , diperoleh amonia.
Reaksi: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g}) + 24 \text{ kkal}$

14. Oksigen dipergunakan untuk membantu pernapasan. Dalam industri untuk mengelas dan memotong logam, jika oksigen dicampur dengan gas asetilen dan dibakar.
15. Ozon rumusnya O_3 . Lapisan ozon di atmosfer merupakan lapisan pelindung dari radiasi sinar ultraviolet yang berasal dari matahari.
16. Hidrogen peroksida rumusnya H_2O_2 . Digunakan untuk mengelantang bahan kulit, wol, rambut, dan sutra.
17. Hidrogen peroksida dibuat dari barium peroksida direaksikan dengan asam sulfat encer.
$$Ba_2O_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(aq)$$
18. Dalam logam-logam alkali dan alkali tanah elektron-elektron valensinya menempati orbital s.
19. Atom-atom logam-logam blok s mudah melepaskan elektron-elektron valensinya membentuk ion-ion stabil; unsur-unsur golongan IA membentuk ion M^+ , sedang unsur-unsur golongan IIA membentuk ion M^{2+} .
20. Logam-logam golongan IA dan IIA hanya menunjukkan sebuah bilangan oksidasi dalam senyawa-senyawanya; bilangan oksidasi unsur-unsur golongan IA adalah +1, dan golongan IIA adalah +2.
21. Logam-logam blok s memiliki titik lebur, titik didih, dan kerapatan yang lebih rendah daripada logam transisi serta lebih lunak pula.
22. Unsur-unsur periode ketiga dari natrium ke argon, sifat logamnya berkurang atau sifat nonlogamnya bertambah.
23. Variasi sifat-sifat unsur dalam satu periode dapat dijelaskan berdasarkan struktur elektron atom dan energi ionisasinya.
24. Sifat pengoksidasi unsur-unsur periode ketiga, dari natrium ke argon, makin bertambah. Sebaliknya, sifat pereduksi mereka makin berkurang.
25. Sifat asam senyawa hidoksida unsur-unsur periode makin bertambah dari natrium sampai klor atau sebaliknya sifat basanya makin berkurang.
26. Perubahan sifat reduktor dan oksidator unsur-unsur periode ketiga sepanjang periode dapat dijelaskan berdasarkan energi ionisasi dan struktur elektronnya.

27. Unsur-unsur periode ketiga terdapat di alam dalam keadaan terikat, kecuali belerang dan argon.
28. Kerapatan muatan Al^{3+} berpengaruh terhadap:
 - a. Sifat ikatan ion/kovalen aluminium oksida dan sifat amfoternya.
 - b. Polarisasi anion.
29. Aluminium oksida dan aluminium bersifat amfoter.
30. Unsur-unsur transisi bersifat logam, hal ini didasarkan atas sifat-sifat fisisnya.
31. Senyawa logam transisi pada umumnya berwarna, hal ini disebabkan oleh perpindahan elektron antarorbital d yang belum terisi elektron penuh.
32. Unsur-unsur transisi mempunyai kemampuan membentuk senyawa kompleks.
33. Tingkat oksidasi unsur-unsur transisi bervariasi.
34. Ion kompleks adalah ion yang tersusun dari atom pusat yang dikelilingi oleh ligan, yang terikat dengan ikatan koordinasi.
35. Kation kompleks tersusun oleh kation dengan ligan netral, sedangkan anion kompleks tersusun oleh kation dengan ligan anion.
36. Ligan adalah molekul netral atau ion yang mempunyai pasangan elektron bebas.
37. Unsur-unsur transisi di alam terdapat sebagai senyawa, kecuali tembaga.
38. Logam transisi banyak digunakan dalam industri.
39. Logam besi dan tembaga diperoleh dari bijihnya melalui proses reduksi.
40. Reduksi bijih besi, dilakukan dalam tanur tinggi.
41. Supaya tidak berkarat, permukaan logam besi dilapisi dengan cat atau logam lain yang tahan karat.
42. Logam besi dan tembaga banyak digunakan dalam industri.



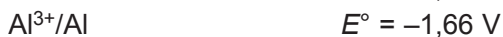
Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Larutan etanol (C_2H_5OH) 46% berat dalam air, bila A_r , $C = 12$, $H = 1$, dan $O = 16$, maka molalitas larutan tersebut adalah
A. 8,5 m
B. 0,85 m
C. 1,85 m
D. 18,5 m
E. 0,925 m
2. Berikut ini *bukan* merupakan sifat koligatif larutan adalah
A. penurunan titik beku
B. kenaikan titik didih
C. tekanan osmotik
D. derajat keasaman
E. penurunan tekanan uap
3. Dua puluh gram zat X (nonelektrolit) dilarutkan dalam 450 ml air, ternyata tekanan uapnya sebesar 45 cmHg. Bila pada suhu $20^\circ C$ tekanan uap air sebesar 45,2 cmHg, maka massa rumus zat X tersebut adalah
A. 60
B. 75
C. 180
D. 225
E. 342
4. Untuk menaikkan titik didih 250 ml air sampai pada suhu $100,1^\circ C$, maka diperlukan gula tebu ($M_r = 342$) sebanyak
A. 3,42 gram
B. 1,71 gram
C. 34,2 gram
D. 17,1 gram
E. 342 gram

5. Reaksi berikut dapat berlangsung *kecuali* reaksi antara
- larutan KI dengan gas Br_2
 - larutan KI dengan gas Cl_2
 - larutan KCl dengan gas Br_2
 - larutan KBr dengan gas Cl_2
 - larutan KCl dengan gas F_2
6. Logam berikut yang dapat bereaksi dengan air adalah
- K
 - Ca
 - Na
 - Ba
 - K, Ca, Na, Ba
7. Unsur periode ketiga yang terdapat bebas di alam yaitu
- Si dan Cl
 - Cl dan Ar
 - P dan S
 - S dan Cl
 - Ar dan S
8. Halogen yang mudah direduksi adalah
- fluorin
 - klorin
 - bromin
 - iodin
 - semua halogen tak dapat direduksi
9. Larutan berikut yang mempunyai titik beku paling rendah adalah
- NaCl 0,4 M
 - AlCl_3 0,1 M
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0,8 M
 - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 0,2 M
10. Berikut yang *bukan* merupakan sifat logam alkali adalah
- merupakan unsur yang sangat reaktif
 - terdapat di alam dalam keadaan bebas
 - dibuat dengan cara elektrolisis leburan garamnya
 - ionnya bermuatan positif satu
 - senyawa-senyawanya mudah larut dalam air

17. Diketahui:



Harga E_{sel} dari $2 \text{ Al} + 3 \text{ Cu}^{2+} \rightarrow 2 \text{ Al}^{3+} + 3 \text{ Cu}$ adalah

- A. 1,32 V D. 4,4 V
B. 2 V E. 4,64 V
C. 2,2 V

18. Unsur-unsur periode ketiga terdiri atas Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Atas dasar konfigurasi elektronnya, maka dapat dikatakan bahwa

- A. Na paling sukar bereaksi
B. P, S, dan Cl cenderung membentuk basa
C. Si adalah logam
D. Na, Mg, dan Al dapat berperan sebagai pengoksidasi
E. energi ionisasi pertama Ar paling besar

19. Diketahui reaksi:



Dua setengah sel yang beda potensialnya terbesar adalah

- A. $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} \parallel \text{Ag}^+/\text{Ag}$ D. $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} \parallel \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$
B. $\text{Mg}/\text{Mg}^{2+} \parallel \text{Ag}^+/\text{Ag}$ E. $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} \parallel \text{Mg}/\text{Mg}^{2+}$
C. $\text{Mg}/\text{Mg}^{2+} \parallel \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$

20. Bahan yang digunakan sebagai elektrode pada sel aki adalah

- A. Pt dan C D. Zn dan Cu
B. Zn dan C E. Cu dan PbO_2
C. Pb dan PbO_2

22. Logam berikut yang dapat bereaksi dengan asam klorida encer dan menghasilkan gas hidrogen adalah

- A. emas D. tembaga
B. besi E. perak
C. raksa

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

1. Tuliskan rumus-rumus dari mineral berikut!
 - a. Rutile
 - b. Magnetit
 - c. Pirit
 - d. Kalkopirit
 - e. Hematit
2. Sebutkan kegunaan senyawa berikut!
 - a. Freon (CFC)
 - b. NaHCO_3
 - c. NaClO
 - d. CaOCl_2
 - e. $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - f. Al(OH)_3
3. Tentukan:
 - a. unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan;
 - b. unsur periode ketiga yang berupa logam;
 - c. unsur periode ketiga yang paling elektronegalit;
 - d. unsur periode ketiga yang mempunyai energi ionisasi terbesar!
4. Bijih bauksit mengandung 80% Al_2O_3 . Berapa ton logam aluminium murni yang diperoleh pada elektrolisis 2,04 ton bijih bauksit ($A_r \text{Al} = 27$ dan $\text{O} = 16$)?
5. Suatu bijih besi mengandung 80% Fe_2O_3 . Berapa kg logam besi yang diperoleh, bila bijih besi yang diolah sebanyak 1 ton ($A_r \text{Fe} = 56$ dan $\text{O} = 16$)?

