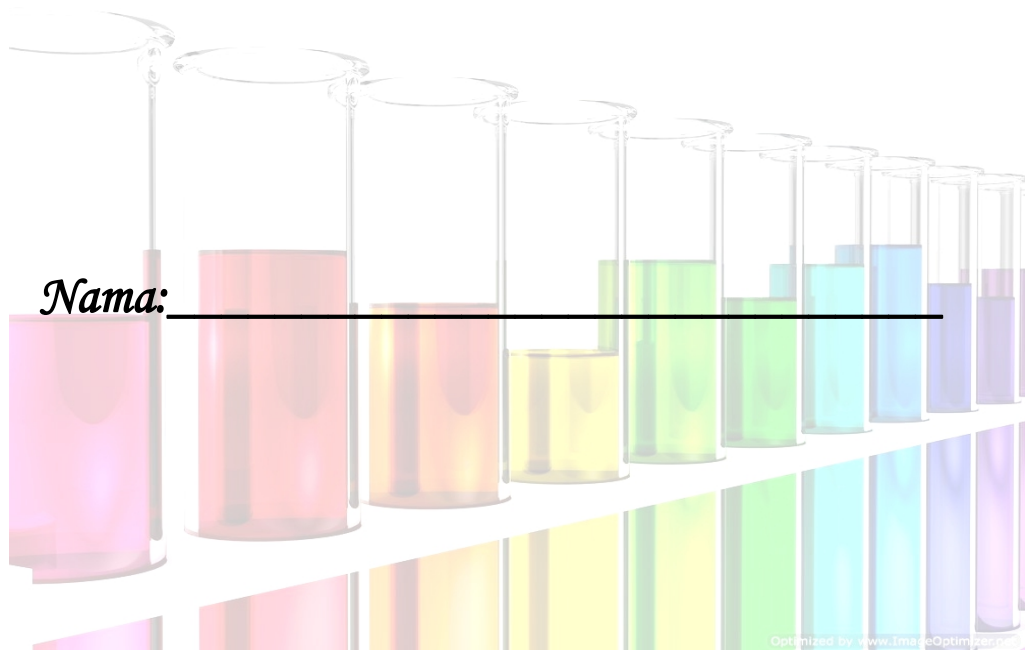



KSSM

Nota Kimia

Tingkatan 5

Bab 1 Keseimbangan Redoks



Disediakan Oleh: 

BAB 1.0 KESEIMBANGAN REDOKS

1.1 Pengoksidaan dan Penurunan

1. Tindak balas redoks adalah tindak balas kimia yang melibatkan pengoksidaan dan penurunan berlaku secara serentak.
- 2.

Pengoksidaan	Penurunan
Penambahan oksigen	kehilangan oksigen
Kehilangan hidrogen	Penambahan hidrogen
Kehilangan elektron	Penerimaan elektron
Penambahan nombor pengoksidaan	Pengurangan nombor pengoksidaan

	PO	P↓
O	+	-
H	-	+
e ⁻	-	+
No PO	+	-
	Anod	Katod

[A] Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Penambahan dan Kehilangan Oksigen

1. Tindak balas pengoksidaan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami penambahan oksigen.
Tindak balas penurunan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami kehilangan oksigen.

$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$	Bahan dioksidakan: <u> Mg </u> Bahan diturunkan: <u> CO₂ </u> Agen pengoksidaan: <u> CO₂ </u> Agen penurunan: <u> Mg </u>
---	--

[B] Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Penambahan dan Kehilangan Hidrogen

1. Tindak balas pengoksidaan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami kehilangan hidrogen.
Tindak balas penurunan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami penambahan hidrogen.

$\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{HCl}$	Bahan dioksidakan: <u> H₂S </u> Bahan diturunkan: <u> Cl₂ </u> Agen pengoksidaan: <u> Cl₂ </u> Agen penurunan: <u> H₂S </u>
---	--

[C] Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Pemindahan Elektron

1. Tindak balas pengoksidaan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami kehilangan elektron.
Tindak balas penurunan berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami menerima elektron.

$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ <p>Setengah persamaan:</p> $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$	Bahan dioksidakan: <u> Mg </u> Bahan diturunkan: <u> O₂ </u> Agen pengoksidaan: <u> O₂ </u> Agen penurunan: <u> Mg </u>
---	--

2. Pemindahan elektron pada suatu jarak.

Agen penurunan: (terminal negatif)
Larutan ferum(II) sulfat, FeSO₄

Setengah persamaan:
 $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e$

Jenis t/b: Pengoksidaan
Pemerhatian: hijau ke perang

Agen pengoksidaan (terminal positif)
Air Bromin, Br₂

Setengah persamaan:
 $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$

Jenis t/b: Penurunan
Pemerhatian: Perang ke tidak berwarna

Asid sulfurik, H₂SO₄

Tulis persamaan ion:

$$2Fe^{2+} \rightarrow 2Fe^{3+} + 2e^- \quad (x2)$$

$$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$$

$$2Fe^{2+} + Br_2 \rightarrow 2Br^- + 2Fe^{3+}$$

Agen pengoksidaan:

Air Klorin (hijau kekuningan ke tidak berwarna)	$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$
Air Bromin (perang ke tidak berwarna)	$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$
Larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO ₄ (ungu ke tidak berwarna)	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
Larutan kalium dikromat(VI) berasid, K ₂ Cr ₂ O ₇ (jingga ke hijau)	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$
Ferum(III) klorida, FeCl ₃ (perang ke hijau)	$Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$
Hidrogen peroksida berasid, H ₂ O	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \rightarrow 2H_2O$

Agen penurunan:

Logam yang reaktif seperti Mg, Zn (logam melarut)	$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$
Larutan kalium iodida, KI (tidak berwarna ke perang)	$2I^- \rightarrow I_2 + 2e$
Larutan kalium bromida, KBr (tidak berwarna ke perang)	$2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e$
Ferum(II) sulfat, FeSO ₄ (hijau ke perang)	$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e$
Sulfur dioksida, SO ₂	$SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e$



[F] Nombor Pengoksidaan dan Penamaan Sebatian Mengikut Sistem Penamaan IUPAC

1. Lagam yang hanya mempunyai satu nombor pengoksidaan dalam sebatianya tidak memerlukan angka roman dalam penamaan.

Magnesium nitrat, $Mg(NO_3)_2$	Aluminium oksida, Al_2O_3	Natrium sulfat, Na_2SO_4
--------------------------------	-----------------------------	----------------------------

2. Penamaan sebatian yang mengandungi logam yang mempunyai lebih daripada satu nombor pengoksidaan mengikut sistem IUPAC

Formula	Nombor pengoksidaan bagi unsur yang bergaris	Nama sebatian
Fe_2O_3	<u>Fe^{3+}</u> O^{2-} + 3	Ferum(III) oksida
FeO	<u>Fe^{2+}</u> O^{2-} + 2	Ferum(II) oksida
$KMnO_4$	<u>K</u> <u>Mn</u> O_4 $+1 + x + 4(-2) = 0$ $x = +7$	Kalium manganat(VII)
$K_2Cr_2O_7$	<u>$K_2Cr_2O_7$</u> $2(+1) + 2x + 7(-2) = 0$ $+2 + 2x - 14 = 0$ $x = +6$	Kalium dikromat(VI)

[G] Pertukaran ion ferum(II), Fe^{2+} kepada ion ferum(III), Fe^{3+} dan sebaliknya.

1. Warna bagi ion ferum (II), Fe^{2+} dan ion ferum (III), Fe^{3+}

	Larutan	Larutan natrium hidroksida ditambah (Ujian Pengesahan)
Fe^{2+}	Hijau	Mendakan hijau
Fe^{3+}	Perang	Mendakan perang

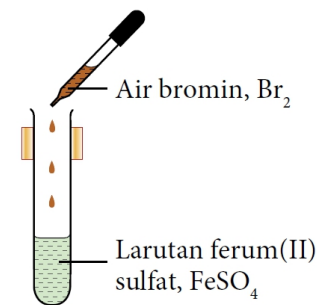
2. Penukaran ion ferum(II) Fe^{2+} kepada ion ferum(III), Fe^{3+}

Pemerhatian:

- a) Larutan ferum(II) sulfat perubahan warna dari hijau ke perang.
 b) Air bromin perubahan warna dari perang ke tak berwarna.

Ujian pengesahan:

1. Tambah larutan NaOH.
 2. Pemerhatian: mendakan perang terbentuk.
 (Mengesahkan kehadiran ion Fe^{3+})



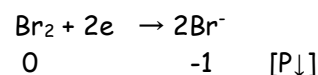
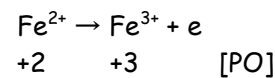
Jelaskan tindak balas redoks ini berdasarkan kepada aspek-aspek berikut:

- i) Perubahan dalam nombor pengoksidaan
 ✓ Nombor pengoksidaan ferum bertambah (+2 ke +3)
 ✓ Nombor pengoksidaan bromin berkurang (0 ke -1)

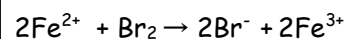
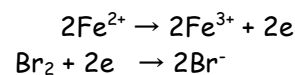
- ii) Jenis tindak balas
 ✓ Ion Fe^{2+} dioksidakan.
 ✓ Br_2 diturunkan.

- iii) Peranan setiap bahan tindak balas
 ✓ Ion Fe^{2+} sebagai agen penurunan
 ✓ Br_2 sebagai agen pengoksidaan

iv) Tulis persamaan setengah bagi tindak balas yang berlaku



v) Tulis persamaan ion bagi tindak balas yang berlaku



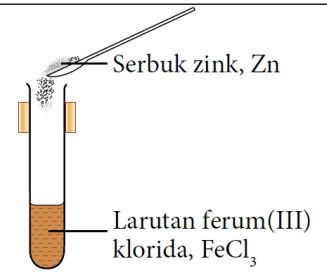
3. Penukaran ion ferum(III) Fe^{3+} kepada ion ferum(II), Fe^{2+}

Pemerhatian:

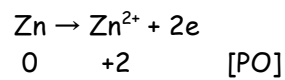
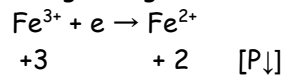
Larutan ferum(III) klorida perubahan warna dari _perang_ ke _hijau_.
Serbuk zink ___melarut___.

Ujian pengesahan:

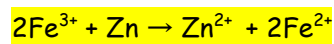
1. Tambah larutan NaOH.
2. Pemerhatian: ___mendakan hijau___ terbentuk.
(Mengesahkan kehadiran ion Fe^{2+})



Tulis persamaan setengah bagi tindak balas yang berlaku



Tulis persamaan ion bagi tindak balas yang berlaku



Agen pengoksidaan:

Ion Fe^{3+} // Ion ferum(III)
// larutan ferum(III)
klorida

Agen penurunan:

Zn // Zink



[H] Tindak balas Penyesaran Logam daripada Larutan Garamnya

1. Logam yang lebih elektropositif berupaya menyesarkan logam yang kurang elektropositif daripada larutan garamnya.
2. Keelektropositifan ialah kecenderungan atom membebaskan elektron untuk membentuk kation.
3. Siri elektrokimia ialah satu siri penyusunan logam mengikut tertib keupayaan elektron piawai, E^0 dari paling negatif kepada paling positif. (sebahagian dari siri keupayaan elektrod piawai)

Siri elektrokimia:

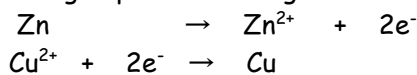
$Mg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$	$E^0 = -2.38 V$
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	$E^0 = -1.66 V$
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	$E^0 = -0.76 V$
$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	$E^0 = -0.44 V$
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	$E^0 = -0.14 V$
$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb$	$E^0 = -0.13 V$
$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$	$E^0 = 0.00 V$
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	$E^0 = +0.34 V$
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	$E^0 = +0.80 V$

Logam yang lebih atas dalam Siri Elektrokimia

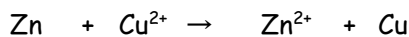
- ✓ logam yang lebih elektropositif
- ✓ logam yang lebih mudah melepaskan elektron (pengoksidaan)
- ✓ Agen penurunan yang lebih kuat.

4. Tindak balas penyesaran kuprum oleh logam zink daripada larutan kuprum(II) nitrat.

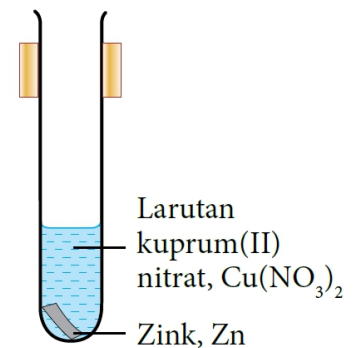
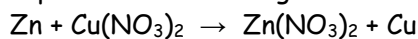
a) Tulis setengah persamaan bagi tindak balas yang berlaku



b) Tulis persamaan ion bagi tindak balas yang berlaku



c) Tulis persamaan kimia bagi tindak balas yang berlaku



d) Apakah pemerhatian dan inferen dalam tindak balas ini?

Pemerhatian	Inferens
Larutan biru kuprum(II) nitrat semakin pudar	Kepekatan ion Cu^{2+} semakin berkurangan.
Kepingan zink semakin nipis	Atom Zn mengion lalu membentuk ion Zn^{2+}
Pepejal perang terendap	Pepejal kuprum terbentuk.

e) Huraikan proses pengoksidaan dan penurunan dari segi pemindahan elektron.

Zink mengalami proses pengoksidaan

Zink melepaskan elektron.

Ion Cu^{2+} mengalami proses penurunan

Ion Cu^{2+} menerima elektron.

f) Zink boleh menyesarkan kuprum daripada larutan kuprum(II) nitrat

Kerana: zink lebih elektropositif daripada kuprum

g) Namakan agen pengoksidaan dan agen penurunan

agen pengoksidaan: Ion kuprum(II)

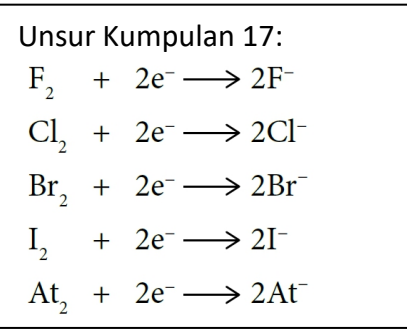
agen penurunan: zink

5. [I] Tindak balas Penyesaran Halogen daripada Larutan Halidanya

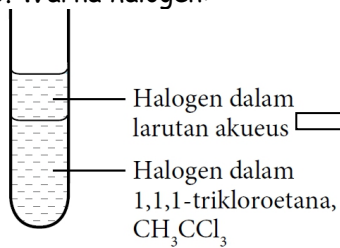
1. Atom unsur halogen cenderung menerima elektron untuk membentuk ion halida.
2. Halogen yang berada lebih atas dalam Kumpulan 17 (lebih reaktif) dapat menyesarkan halogen di bawah (kurang reaktif) daripada larutan halidanya.

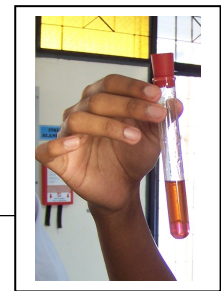
Halogen yang lebih atas,

- ✓ halogen yang lebih reaktif
- ✓ atom unsur halogen yang lebih mudah menerima elektron (penurunan)
- ✓ Agen pengoksidaan yang lebih kuat.

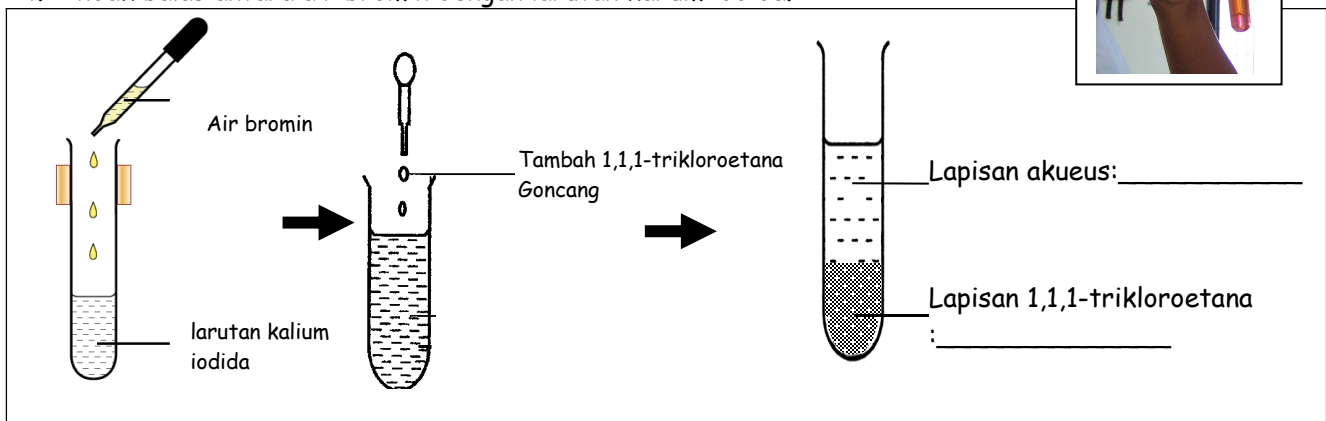


3. Warna halogen:

	Klorin hadir	Bromin hadir	Iodin hadir
	Kuning pucat	Perang	Perang
	Tak berwarna	Perang	Ungu



4. Tindak balas antara air bromin dengan larutan kalium iodida.



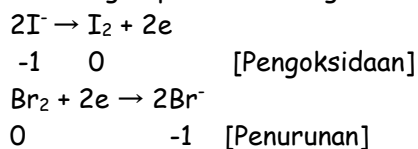
Pemerhatian	Inferens
Warna larutan kalium iodida bertukar daripada tidak berwarna kepada perang	Ion iodida, I ⁻ membebaskan elektron, membentuk molekul iodin, I ₂
Warna Ungu pada Lapisan 1,1,1-trikloroetana	Iodin terhasil
Warna air bromin bertukar daripada perang kepada tidak berwarna	Molekul bromin menerima elektron, membentuk ion bromida, Br ⁻

Perbincangan:

Bromin boleh menyesarkan iodin daripada larutan kalium iodida.

kerana: bromin lebih reaktif daripada iodin

Tulis setengah persamaan bagi tindak balas yang berlaku



Agen pengoksidaan:
Bromin // Br₂

Agen penurunan:
Ion I⁻ // Ion iodida

1.2 Keupayaan Elektrod Piawai

1. **Keupayaan elektrod** ialah beza keupayaan yang terhasil apabila wujud keseimbangan antara kepingan logam M dan larutan akueus yang mengandungi ion logam M^{n+} dalam sel setengah.
2. Elektrod hidrogen piawai dipilih sebagai elektrod rujukan [*SHE, Standard hydrogen electrode*]
3. E^0 bagi sel diukur pada keadaan piawai:
 - i) Kepekatan ion di dalam larutan akueus 1.0 mol dm^{-3}
 - ii) Tekanan gas 1 atm atau 101 kPa & suhu 25°C atau 298 K
 - iii) Platinum sebagai elektrod lengai apabila sel setengah bukan elektrod logam

[A] Elektrod Hidrogen Piawai

	<p>Persamaan setengah: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$</p> <p>Keupayaan elektrod hidrogen piawai, $E^0 = 0.00 \text{ V}$</p> <p>$\text{H}^+ + \text{e} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2 \quad E^0 = 0.00 \text{ V}$</p>
--	---

[B] Nilai Keupayaan Elektrod Piawai, E^0

1. Susunan radas untuk menentukan keupayaan elektrod piawai, E^0 zink:

	<p>Setengah persamaan di terminal negatif: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e} \text{ [PO]}$</p> <p>Terminal positif: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \text{ [P \downarrow]}$</p>
<p>Keupayaan elektrod piawai sel setengah zink: $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Zn} \quad E^0 = -0.76 \text{ V}$ *Mesti ditulis sebagai penurunan</p>	

[C] Agen Pengoksidaan dan Agen Penurunan Berdasarkan Nilai Keupayaan Elektrod Piawai.

1. Siri keupayaan elektrod piawai:

Tindak balas sel setengah	$E^0 / \text{V (298 K)}$
$\text{Li}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}(\text{p})$	-3.04
$\text{K}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}(\text{p})$	-2.92
$\text{Ca}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{p})$	-2.87
$\text{Na}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{p})$	-2.71
$\text{Mg}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{p})$	-2.38
$\text{Al}^{3+}(\text{ak}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{p})$	-1.66
$\text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{p})$	-0.76
$\text{Fe}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{p})$	-0.44
$\text{Ni}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{p})$	-0.25
$\text{Sn}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{p})$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{p})$	-0.13
$2\text{H}^+(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Cu}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{p})$	+0.34
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-(\text{ak})$	+0.40
$\text{I}_2(\text{p}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{ak})$	+0.54
$\text{Fe}^{3+}(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{ak})$	+0.77
$\text{Ag}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{p})$	+0.80
$\text{Br}_2(\text{ce}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(\text{ak})$	+1.07
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ak}) + 14\text{H}^+(\text{ak}) + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+}(\text{ak}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.33
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-(\text{ak})$	+1.36
$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.52
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{ak}) + 2\text{H}^+(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.77
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}(\text{ak})$	+2.01
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(\text{ak})$	+2.87

Atom atau ion yg mempunyai E^0 yang lebih negatif/kurang positif,
 ✓ lebih cenderung membebaskan elektron
 ✓ lebih mudah mengalami tindak balas pengoksidaan
 ✓ Agen penurunan yang lebih kuat.

Antara argentum, Ag dan magnesium, Mg, yang manakah agen penurunan ?



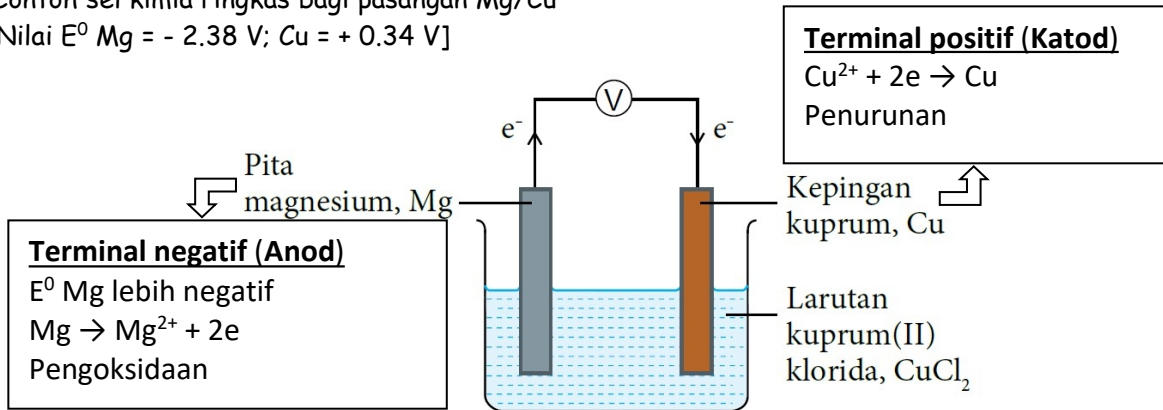
Nilai E^0 Mg lebih negatif:

- Atom magnesium lebih mudah melepaskan elektron dan mengalami pengoksidaan.
- Setengah persamaan: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}$
- Atom magnesium ialah agen penurunan lebih kuat

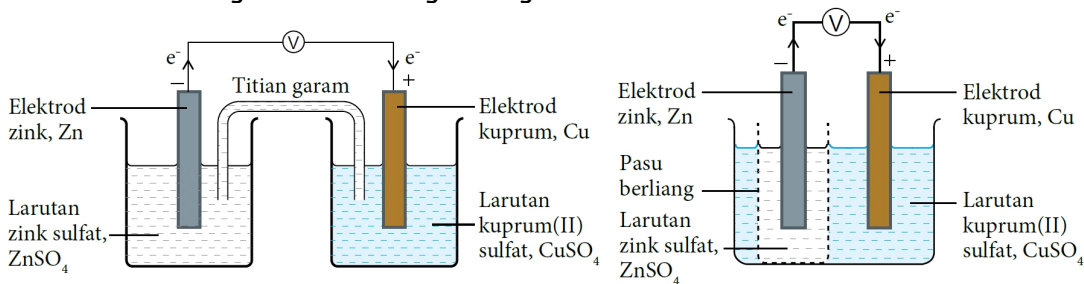
1.3 Sel Kimia

1. **Sel kimia** terdiri daripada dua kepingan logam berlainan jenis yang dicelup ke dalam elektrolit dan disambung dengan wayar penyambung.
2. Perubahan tenaga: **Tenaga kimia** ditukar kepada **tenaga elektrik**
3. Dikenali juga sebagai sel voltan atau sel galvani
4. Tindak balas redoks yang berlaku dalam sel menyebabkan pengaliran elektron.
5. Beza keupayaan yang dikesan pada voltmeter menunjukkan arus elektrik terhasil
6. Contoh sel kimia ringkas bagi pasangan Mg/Cu

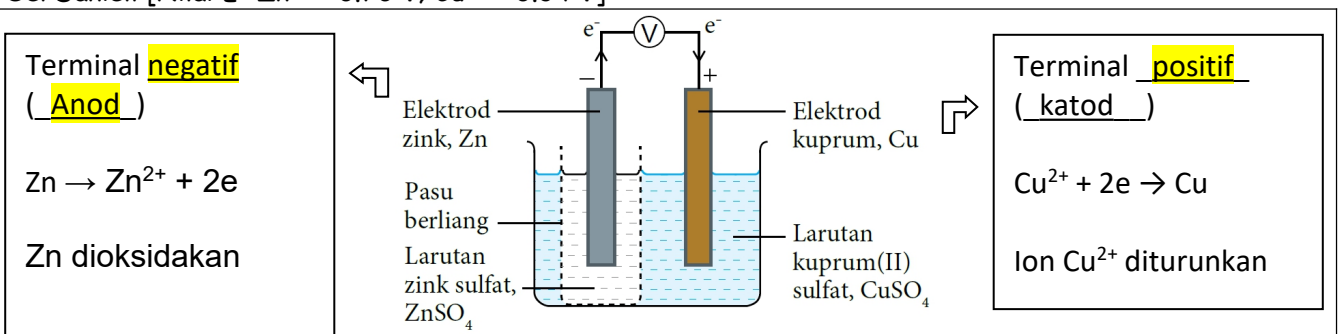
[Nilai E^0 Mg = - 2.38 V; Cu = + 0.34 V]



7. Sel Daniell ialah contoh sel kimia yang terdiri daripada elektrod logam zink dan logam kuprum yang dicelupkan ke dalam larutan garam ion masing-masing.

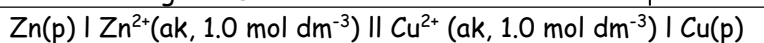


Sel Daniell [Nilai E^0 Zn = - 0.76 V; Cu = + 0.34 V]



- Persamaan ion: $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
- Elektron mengalir dari elektrod zink, Zn ke elektrod kuprum, Cu melalui wayar penyambung.
- Fungsi pasu berliang dan titian garam: untuk melengkapkan litar dengan membenarkan pengaliran ion melaluinya.

• Notasi sel bagi sel Daniell:

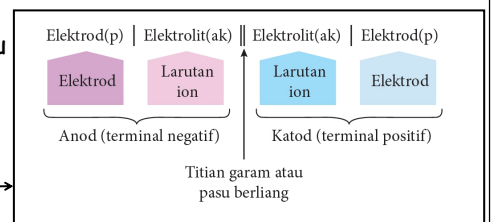


• Bacaan voltan, E^0 bagi sel Daniell

$$E^0_{sel} = E^0_{(terminal\ positif)} - E^0_{(terminal\ negatif)}$$

$$= (+ 0.34) - (- 0.76)$$

$$= + 1.10 \text{ V}$$



Rumus menentukan E^0_{sel} :

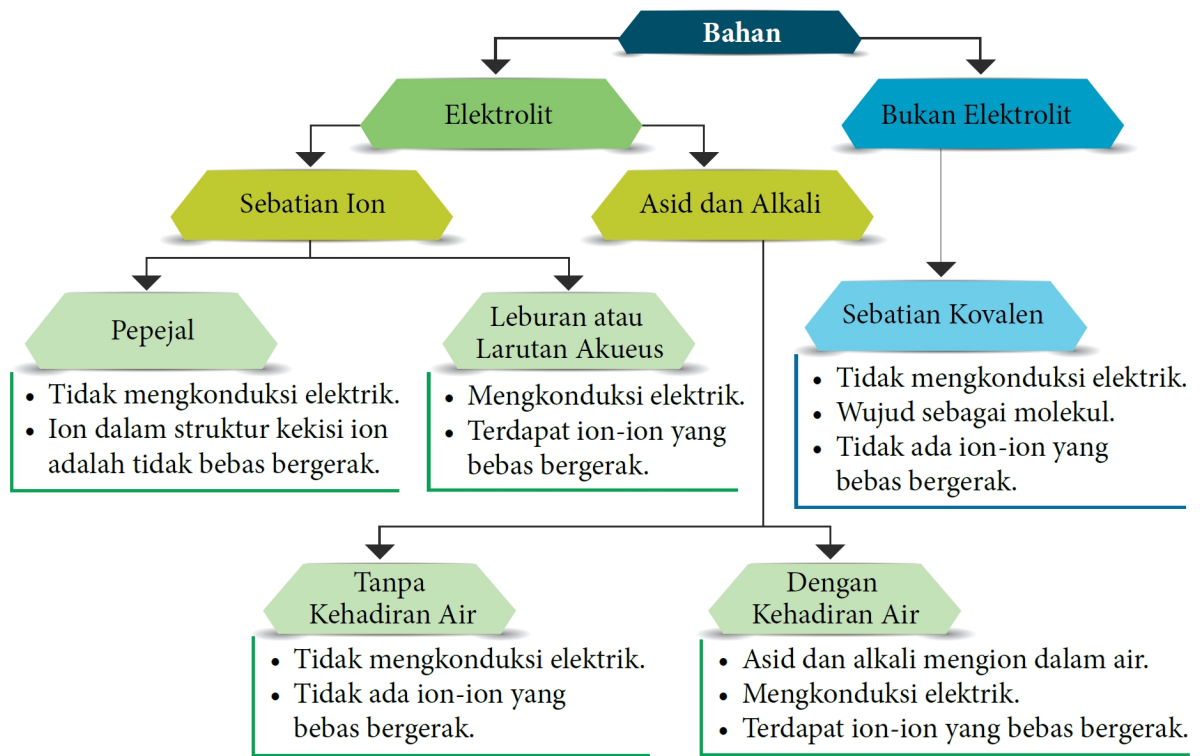
$$E^0_{sel} = E^0_{(terminal\ positif)} - E^0_{(terminal\ negatif)}$$

$$E^0_{sel} = E^0_{(katod)} - E^0_{(anod)}$$

1.4 Sel Elektrolisis

[A] Elektrolit

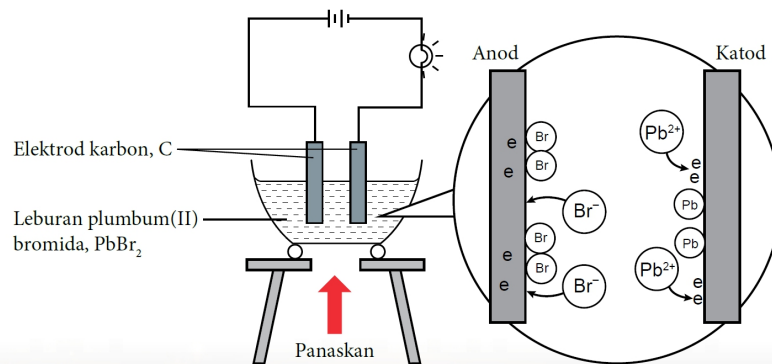
1. Elektrolit ialah bahan yang dapat mengalirkan arus elektrik dalam keadaan lebur atau larutan akueus dan mengalami perubahan kimia.



2. Konduktor ialah bahan yang menghkonduksi elektrik dalam keadaan pepejal atau leburan tetapi tidak mengalami perubahan kimia. Contoh konduktor: logam dan grafit. (**Elektron** bergerak secara bebas)

[B] Elektrolisis Sebatian Lebur

1. Elektrolisis ialah proses penguraian suatu sebatian dalam keadaan lebur atau larutan akueus kepada unsur juzuknya apabila arus elektrik mengalir melaluinya.



Elektrolisis leburan plumbum(II) bromida

Ion-ion yang bebas bergerak: Pb^{2+} dan Br^-

Elektrod	Anod (+)	Katod (-)
Ion tertarik ke	Br^-	Pb^{2+}
Setengah persamaan	$2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e$	$Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb$
Pemerhatian	Gas perang dibebaskan	Pepejal kelabu terbentuk
Hasil	Bromin	Plumbum
Jenis tindak balas	Pengoksidaan	Penurunan

[C] Faktor yang mempengaruhi hasil elektrolisis larutan akueus

- Semasa elektrolisis larutan akueus, selain ion daripada zat terlarut, ion hidrogen, H⁺ dan ion hidroksida, OH⁻ daripada penceraian separa air turut hadir.
- Sebagai contoh, larutan natrium klorida terdiri daripada 4 jenis ion

	Kation	Anion
Natrium klorida	Na ⁺	Cl ⁻
Air	H ⁺	OH ⁻

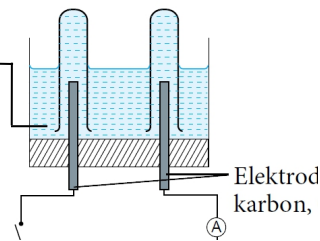
- Tiga faktor yang mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas:

Faktor	Nilai E ⁰	Kepekatan larutan	Jenis elektrod yang digunakan
Anod	Anion dengan nilai E ⁰ yang lebih negatif/kurang positif dalam siri keupayaan elektrod piawai.	Ion halida yang kepekatan lebih tinggi [Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻]	Elektrod aktif digunakan [Elektrod Cu, Ag] Tiada anion dinyahcas. Atom logam membebaskan e ⁻ membentuk ion logam
Katod	Kation dengan nilai E ⁰ yang lebih positif/kurang negatif dalam siri keupayaan elektrod piawai.		

I) Nilai keupayaan elektrod piawai, E⁰

Elektrolisis 0.2 mol dm⁻³ larutan kuprum(II) sulfat

Ion-ion yang bergerak bebas:
Cu²⁺, SO₄²⁻, H⁺, OH⁻

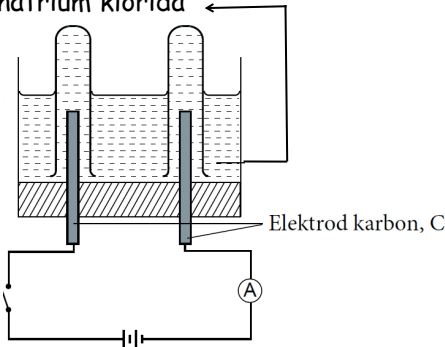


Elektrod	Anod (+)	Katod (-)
Ion bergerak	SO ₄ ²⁻ , OH ⁻	Cu ²⁺ , H ⁺
Nilai E ⁰ (V)	Ion SO ₄ ²⁻ = +2.01 Ion OH ⁻ = +0.40	Ion Cu ²⁺ = +0.34 Ion H ⁺ = 0.00
Ion dinyahcas	OH ⁻	Cu ²⁺
Sebab	Nilai E ⁰ ion OH ⁻ kurang positif daripada ion SO ₄ ²⁻	Nilai E ⁰ ion Cu ²⁺ lebih positif daripada ion H ⁺
Setengah persamaan	4OH ⁻ → 2H ₂ O + O ₂ + 4e	Cu ²⁺ + 2e → Cu
Pemerhatian	Gelembung gas tidak berwarna dibebaskan	Pepejal perang terenalap
Hasil	Oksigen terbentuk	Kuprum terbentuk

Pemerhatian pada elektrolit: Larutan biru kuprum(II) sulfat semakin pudar.
Kerana: Kepekatan ion Cu²⁺ berkurang.

II) kepekatan larutan

Elektrolisis 1.0 mol dm⁻³ larutan natrium klorida



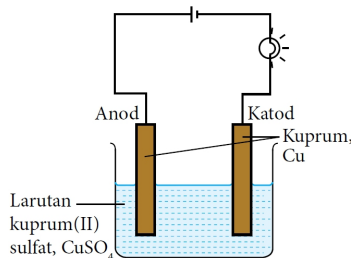
Ion-ion yang bergerak bebas: Na⁺, Cl⁻, H⁺, OH⁻

Elektrod	Anod (+)	Katod (-)
Ion bergerak	Cl ⁻ , OH ⁻	Na ⁺ , H ⁺
Ion dinyahcas	Cl ⁻	H ⁺
Sebab	Kepekatan ion Cl ⁻ lebih tinggi daripada ion OH ⁻	Nilai E ⁰ ion H ⁺ lebih positif daripada ion Na ⁺
Setengah persamaan	2Cl ⁻ → Cl ₂ + 2e	2H ⁺ + 2e → H ₂
Pemerhatian	Gas hijau kekuningan dibebaskan	Gelembung gas tidak berwarna dibebaskan.
Hasil	Klorin terbentuk	Hidrogen terbentuk

Larutan	Anod(+)
KI, 2 mol dm ⁻³	I ⁻ , OH ⁻
HCl, 0.0001 mol dm ⁻³	Cl ⁻ , OH ⁻
NaBr pekat	Br ⁻ , OH ⁻
KNO ₃ 2 mol dm ⁻³	NO ₃ ⁻ , OH ⁻

III) Jenis elektrod

Elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat 0.2 mol dm⁻³ menggunakan **elektrod kuprum // argentum**



Ion-ion yang bergerak bebas: Cu²⁺, SO₄²⁻, H⁺, OH⁻

Elektrod	Anod (+)	Katod (-)
Ion bergerak	SO ₄ ²⁻ , OH ⁻	Cu ²⁺ , H ⁺
Ion dinyahcas	Tiada	Cu ²⁺
Setengah persamaan	Cu → Cu ²⁺ + 2e	Cu ²⁺ + 2e → Cu
Pemerhatian	Elektron kuprum menipis	Pepejal perang terenap // Elektron kuprum menebal
Hasil	Ion kuprum(II)	Kuprum
Pemerhatian pada elektrolit:	Warna biru larutan kuprum(II) sulfat tidak berubah. <ul style="list-style-type: none"> • kepekatan ion Cu²⁺ tidak berubah • Kadar pembentukan ion Cu²⁺ di anod sama dengan kadar nyahcas ion Cu²⁺ di katod. 	

[D] Perbandingan antara sel elektrolisis dan sel kimia

Persamaan:

Terdapat dua elektrod dicelup dalam elektrolit
Tindak balas pengoksidaan pada anod & penurunan pada katod
Elektron mengalir dari anod ke katod melalui wayar penyambung

Perbezaan:

Sel elektrolisis	Sel kimia
Tenaga elektrik ke tenaga kimia	Tenaga kimia ke tenaga elektrik
Anod (+) & katod (-)	Anod (-) & katod (+)
Pasangan logam sama jenis	Pasangan logam berlainan jenis
Anod (+) Setengah persamaan: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$ [PO] Pemerhatian: Elektrod kuprum menipis	Terminal negatif (anod) Setengah persamaan: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$ [PO] Pemerhatian: Elektrod zink menipis
Katod (-) Setengah persamaan: $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$ [P↓] Pemerhatian: Elektrod kuprum menebal	Terminal positif (Katod) Setengah persamaan: $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$ [P↓] Pemerhatian: Elektrod kuprum menebal
Warna biru larutan kuprum(II) sulfat tidak berubah.	Warna biru larutan kuprum(II) sulfat semakin pudar.

[E] Penyaduran dan Penulenan Logam

1. Aplikasi utama elektrolisis dalam industri ialah penyaduran logam, penulenan logam dan pengestrakan logam.

Penyaduran logam	Penulenan logam
Anod (Kuprum) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$ Kepingan kuprum menipis.	Anod (Kuprum tak tulen) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$ Kepingan kuprum menipis. Bendasing terhimpun di bawah.
Katod (Sudu besi) $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$ Pepejal perang terenap pada sudu besi	Katod (Kuprum tulen) $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$ Pepejal perang terenap.

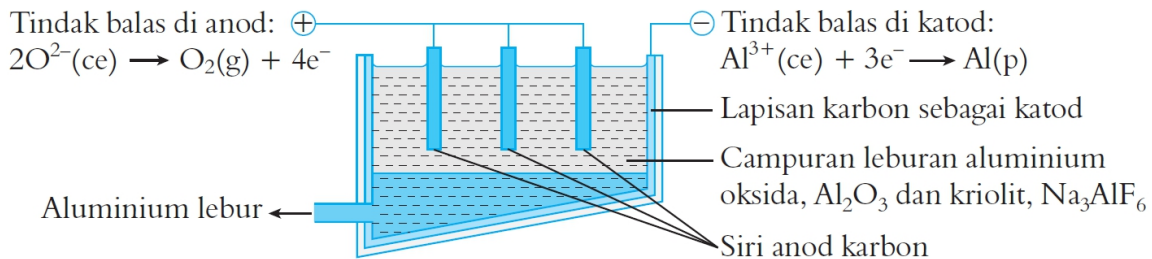
1.5 Pengekstrakan Logam Daripada Bijihnya.

- a) Logam biasanya wujud sebagai sebatian atau bercampur dengan bahan lain seperti batu dan tanah.
- b) Contoh bijih atau mineral: Bijih besi (Hematit), bijih aluminium (bauksit), emas.
- c) Cara pengekstrakan logam berdasarkan kedudukan logam dalam siri kereaktifan logam.

K Na Ca Mg Al	Logam yang lebih reaktif daripada karbon Bijih tidak dapat diturunkan oleh karbon ✓ Kaedah elektrolisis
C Zn Fe Sn Pb	Bijih yang boleh diturunkan oleh karbon ✓ Pemanasan bijih dengan karbon (arang kok). karbon murah dan mudah diperolehi
Cu Hg	Pemanasan langsung bijih di udara.
Ag Au	Wujud dalam bentuk unsur

[A] Pengekstrakan logam daripada bijihnya melalui proses elektrolisis

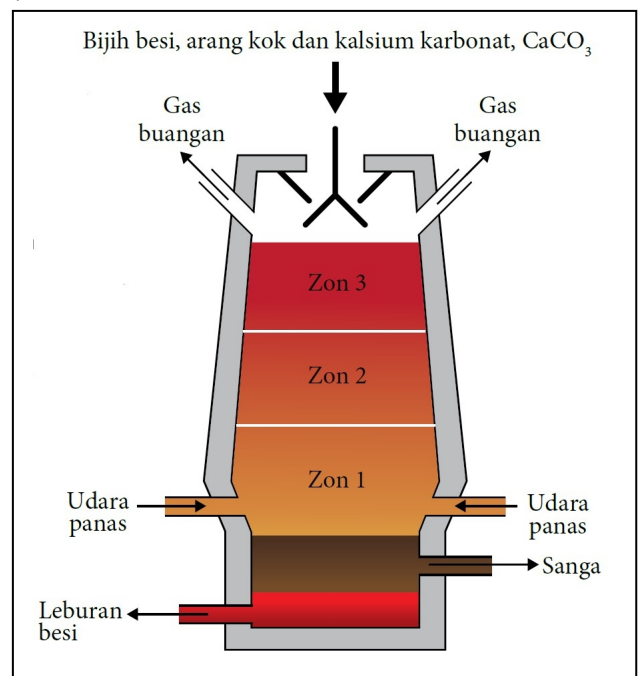
- 1. Logam reaktif (aluminium, magnesium, natrium) boleh diekstrak daripada bijihnya dengan elektrolisis.
- 2. Dalam pengekstrakan aluminium, bijihnya(bauksit) ditulenkan untuk mendapatkan aluminium oksida, Al₂O₃ yang akan dileburkan bagi menjalankan elektrolisis.



[B] Pengekstrakan logam daripada bijihnya melalui proses penurunan oleh karbon

- 1. Logam besi yang kurang reaktif daripada karbon dapat diekstrak melalui proses penurunan oleh karbon
- 2. Proses ini dijalankan di dalam relau bagas.

Zon 1: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
Zon 2: $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$
Zon 3: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
Agen penurunan: Arang kok, C dan karbon monoksida, CO



[C] Pengekstrakan menggunakan logam yang lebih reaktif

- 1. Logam yang lebih reaktif mampu untuk mengekstrak Logam yang kurang reaktif daripada logam oksidanya.
 - 2. Aluminium dipanaskan dengan serbuk ferum(III) oksida
- Persamaan kimia: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

1.6 Pengaratan

1. Kakisan logam ialah tindak balas redoks dimana logam dioksidakan secara spontan apabila atom logam membebaskan elektron membentuk ion logam.
2. Pengaratan besi ialah kakisan logam yang berlaku pada besi apabila besi yang terdedah kepada **oksigen** dan **air** mengalami tindak balas redoks.

<p>I) Di anod (terminal negatif) $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$</p> <p>Ferum/Besi melepaskan elektron dan mengalami pengoksidaan membentuk ion ferum(II).</p>	
<p>II) Elektron mengalir dari anod ke katod</p>	
<p>III) Di katod (terminal positif), $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$</p> <p>oksigen yang larut dalam air menerima elektron melalui penurunan membentuk ion hidroksida</p>	
<p>IV) ion ferum(II) bertindak balas dengan ion hidroksida membentuk ferum(II) hidroksida $Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$</p>	<p>V) ferum(II) hidroksida teroksidakan oleh oksigen kepada ferum(III) oksida terhidrat (karat) $Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ Pepejal perang (karat)</p>

3. Kehadiran elektrolit seperti asid atau garam mempercepat pemindahan elektron dari anod ke katod.
4. Apabila besi bersentuhan dengan **logam yang lebih elektropositif, pengaratan besi akan dihalang.**
 Apabila besi bersentuhan dengan **logam yang kurang elektropositif, pengaratan besi akan dipercepat.**

	<p>Pemerhatian: Warna merah jambu terbentuk</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Q ialah magnesium / aluminium / zink ✓ Q lebih elektropositif daripada besi. ✓ Besi tidak berkarat kerana dilindungi oleh Q ✓ Logam Q mengalami pengoksidaan. ✓ Ion OH⁻ hadir ✓ $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$
	<p>Pemerhatian: Warna biru terbentuk</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ R ialah kuprum / plumbum / stanum ✓ R kurang elektropositif daripada besi. ✓ Besi berkarat membentuk ion Fe²⁺ ✓ $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$ ✓ Besi mengalami pengoksidaan.

5. Cara pencegahan pengaratan

<p>A Penggunaan permukaan perlindungan</p> <ul style="list-style-type: none"> - cat, gris dan lapisan plastik. - penggalvanian (Fe disadur dgn Zn) - penyaduran timah & kromium 	<p>B Perlindungan logam karbon</p> <ul style="list-style-type: none"> - besi disambung pada logam yang lebih elektropositif seperti magnesium & zink (logam korban) 	<p>C Pengalioan</p> <p>Dalam keluli nirkarat, besi dialoikan dengan C, Cr dan Ni.</p>
---	---	--

Disediaan oleh: Lee Kuan Yui