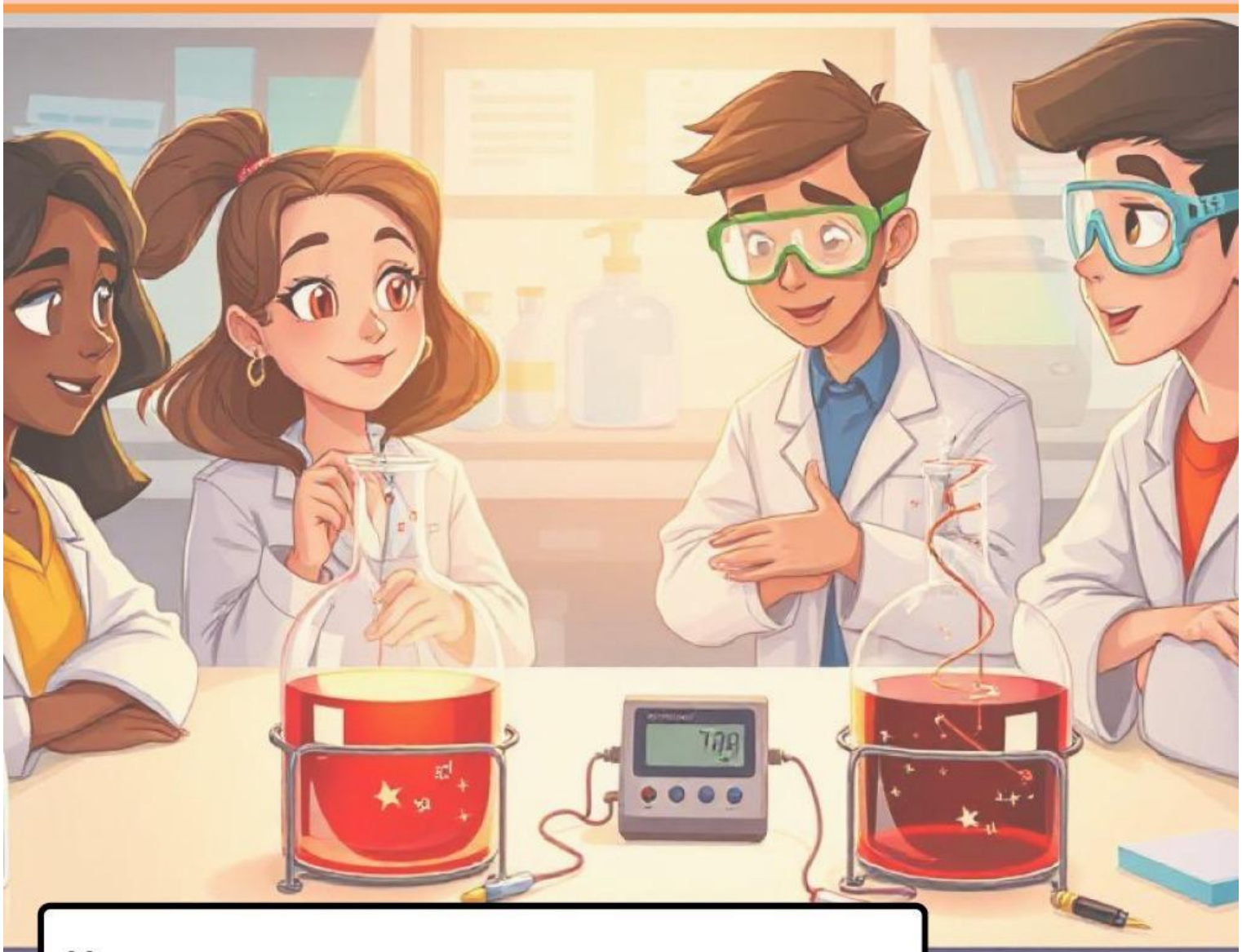
Kurikulum Merdeka

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)
Sel Volta



Nama : _____

Nomor Urut : _____

Kelas : _____

XII

Disusun oleh :
Maria Novia Delviyianti
(201444006)
Program Studi Pendidikan Kimia
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

LIVEWORKSHEETS

Petunjuk Penggunaan E-LKPD

Selamat datang di E-LKPD Sel Volta !
Berikut adalah beberapa petunjuk penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

1. Buka E-LKPD: Gunakan perangkat yang terhubung ke internet untuk mengakses E-LKPD (bisa menggunakan Hp, tablet, laptop atau PC).
2. Pahami Tujuan pembelajaran: Baca tujuan pembelajaran untuk mengetahui apa yang harus dipelajari.
3. Pelajari Materi: Pahami konsep Sel Volta melalui teks, dan gambar yang tersedia atau dengan mengakses pada tautan-tautan link yang tersedia.
4. Kerjakan Soal: Kerjakan semua soal dengan mencermati setiap perintah pengerjaan yang tersedia di awal lembar soal.
5. Praktikum Virtual: Lakukan simulasi praktikum Sel Volta dan catat hasilnya.
6. Diskusi & Refleksi: Diskusikan hasil belajar atau buat refleksi pribadi.
7. Submit Hasil: Klik "FINISH!" untuk menyelesaikan pengerjaan E-LKPD.

Fitur-fitur dalam E-LKPD

Worksheet

Masuk ke dalam lembar kerja
(Berisi soal-soal yang harus di kerjakan)

NEXT

Selanjutnya
(Lanjut ke bagian berikutnya)

BEFORE

Sebelumnya
(Kembali ke bagian sebelumnya)

FINISH!

Selesai
(Jika sudah menggunakan E-LKPD)

LIVEWORKSHEETS

Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

Peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami perhitungan kimia, sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa termasuk pengolahan dan penerapannya dalam keseharian; memahami konsep laju reaksi dan kesetimbangan reaksi kimia; memahami konsep larutan dalam keseharian; memahami konsep termokimia dan elektrokimia; serta memahami kimia organik termasuk penerapannya dalam keseharian. Konsep-konsep tersebut memungkinkan peserta didik menerapkan dan mengembangkan keterampilan inkuiri sains mereka.

Capaian Pembelajaran (CP)

Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep redoks dan sel elektrokimia sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari hari.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat memahami dan menjelaskan susunan sel volta beserta fungsi tiap bagiannya
2. Peserta didik dapat menuliskan lambang/notasi sel, reaksi-reaksi yang terjadi pada sel volta dan menghitung potensial sel volta berdasarkan data potensial reduksi standar
3. Peserta didik dapat memahami prinsip kerja sel volta melalui praktikum sel volta
4. Peserta didik dapat menjelaskan bagaimana reaksi redoks dalam sel volta dapat menghasilkan arus listrik
5. Peserta didik dapat menjelaskan aplikasi sel volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari

LIVEWORKSHEETS

MATERI

Pertanyaan Pemantik

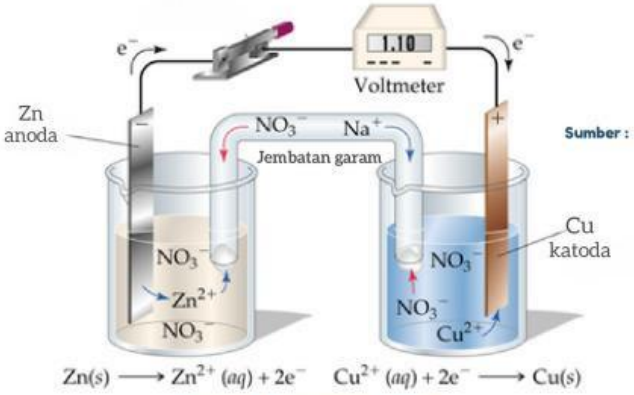
Pernahkah kamu memperhatikan baterai pada mainan atau ponsel kamu? Apa yang membuat baterai tersebut dapat memberikan energi?

Baterai ini sangat penting karena memberikan energi yang dibutuhkan ponsel kita untuk berfungsi. Nah, pada topik ini kamu akan belajar tentang salah satu sumber energi listrik, yaitu sel volta. Sel volta adalah perangkat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Bagaimana caranya? Yuk, kita simak bersama!

Sel Volta atau Sel Galvani

Sel volta atau sel galvani adalah sebuah perangkat elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi redoks spontan. Bayangkan seperti baterai di ponselmu. Baterai itu mengandung zat-zat kimia tertentu yang ketika bereaksi, akan menghasilkan listrik yang kemudian bisa digunakan untuk menyalakan ponselmu.

Nah, sel volta itu bekerja dengan prinsip yang sama. Di dalam sel volta, terdapat dua jenis logam yang berbeda yang dicelupkan ke dalam larutan. Ketika kedua logam ini disambungkan dengan kabel penghantar listrik, terjadilah reaksi kimia. Reaksi kimia ini menyebabkan elektron berpindah dari satu logam ke logam lainnya. Aliran elektron inilah yang kita kenal sebagai arus listrik. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar rangkaian sistem sel volta di bawah ini.



Gambar 1. Skema sel Volta

LIVEWORKSHEETS

Gambar 1 di atas menggambarkan sebuah sel volta sederhana yang terdiri dari elektroda seng (Zn) sebagai anoda dan elektroda tembaga (Cu) sebagai katoda. Kedua elektroda ini masing-masing dicelupkan ke dalam larutan elektrolit yang berbeda, yaitu larutan seng nitrat ($Zn(NO_3)_2$) dan larutan tembaga nitrat ($Cu(NO_3)_2$). Kedua larutan dihubungkan oleh jembatan garam yang berisi larutan garam seperti Natrium nitrat ($NaNO_3$).

Jembatan garam berfungsi untuk menjaga netralitas muatan dalam larutan. Ion-ion negatif dari jembatan garam (NO_3^-) akan bergerak menuju anoda untuk menetralkan muatan positif yang terbentuk akibat lepasnya elektron, sedangkan ion-ion positif dari jembatan garam (Na^+) akan bergerak menuju katoda untuk menetralkan muatan negatif yang terbentuk akibat penangkapan elektron. Perbedaan potensial antara kedua elektroda menyebabkan timbulnya arus listrik. Voltmeter yang terhubung pada rangkaian akan menunjukkan besarnya potensial sel.

Notasi Sel

Notasi sel merupakan susunan atau rangakaian suatu sel volta yang dinyatakan dengan suatu notasi singkat. Notasi ini menggambarkan komponen-komponen sel, aliran elektron, dan ion, serta reaksi kimia yang terjadi di dalamnya. Logam yang bertindak sebagai katoda dan anoda harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menentukan notasi sel. Sebagai contoh pada Gambar 1. Skema Sel volta di atas diperoleh reaksi sel keseluruhan sebagai berikut : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \quad Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

Oksidasi (Anoda)

Reduksi (Katoda)

Reaksi tersebut menyatakan bahwa pada anoda terjadi reaksi oksidasi, sedangkan di katoda terjadi reduksi. Berdasarkan reaksi di atas, logam Zn berfungsi sebagai anoda dan logam Cu berfungsi sebagai katoda. Jika potensial sel yang ditunjukan oleh voltmeter sebesar 1,1 volt, maka penulisan notasi selnya sebagai berikut:

Batas fase — Jembatan garam — Batas fase

$$Zn(s) \mid Zn^{2+}(aq) \parallel Cu^{2+}(aq) \mid Cu(s) \qquad E^\circ = 1{,}1 \text{ volt}$$

Elektroda Zn di anoda terletak paling kiri — Anoda — Katoda — Elektroda Cu di katoda terletak paling kanan

LIVEWORKSHEETS

Potensial Sel

Potensial sel (E sel) adalah perbedaan tegangan listrik antara dua elektroda dalam sel elektrokimia. Potensial sel menunjukkan kemampuan suatu sel untuk melakukan kerja listrik akibat reaksi redoks yang terjadi di dalamnya. Potensial sel dapat dihitung dengan rumus:

$$E°sel = E°katoda - E°anoda$$

Keterangan
E°sel : Potensial sel standar
E°katoda : Potensial elektroda standar pada katoda
E°anoda : Potensial elektroda standar pada anoda

Potensial ini menjadi indikator seberapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan oleh sel, dengan nilai positif menunjukkan bahwa reaksi berlangsung secara spontan dan menghasilkan arus listrik. Dalam kondisi standar, di mana konsentrasi ion adalah 1 M, tekanan gas 1 atm, dan suhu 25°C (298 K), potensial sel disebut Potensial Sel Standar (E°sel). Nilai ini dihitung berdasarkan data potensial reduksi standar (E°) dari tabel, yang menunjukkan kecenderungan suatu zat untuk mengalami reduksi.

Tabel 1. Potensial reduksi standar (E°)

Reaksi Setengah Sel	E° (Volt)
$F_2(g) + 2e^- \quad 2F^-(aq)$	+2,87
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \quad Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	+1,51
$Cl_2(g) + 2e^- \quad 2Cl^-(aq)$	+1,36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \quad 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$	+1,33
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \quad 2H_2O(l)$	+1,23
$Br_2(l) + 2e^- \quad 2Br^-(aq)$	+1,06
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \quad NO(g) + 2H_2O(l)$	+0,96
$Ag^+(aq) + e^- \quad Ag(s)$	+0,80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \quad Fe^{2+}(aq)$	+0,77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \quad H_2O_2(aq)$	+0,68

Reaksi Setengah Sel	E° (Volt)
$I_2(s) + 2e^- \quad 2I^-(aq)$	+0,54
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \quad 4OH^-(aq)$	+0,40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \quad Cu(s)$	+0,34
$2H^+(aq) + 2e^- \quad H_2(g)$	0
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \quad Ni(s)$	-0,28
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \quad Fe(s)$	-0,44
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \quad Zn(s)$	-0,76
$2H_2O(l) + 2e^- \quad H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0,83
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \quad Al(s)$	-1,66
$Na^+(aq) + e^- \quad Na(s)$	-2,71

Sumber: Theodore L. Brown, dkk., 2017, Chemistry The Central Science 14th Edition.

Namun, dalam banyak kasus, kondisi standar sering tidak terpenuhi, misalnya konsentrasi ion yang tidak 1 M atau tekanan gas yang berbeda dari 1 atm. Dalam kondisi ini, potensial sel dihitung menggunakan Persamaan Nernst, yang memperhitungkan konsentrasi ion dan hasil bagi reaksi (Q). Pada suhu 25°C, persamaan ini dinyatakan sebagai berikut :

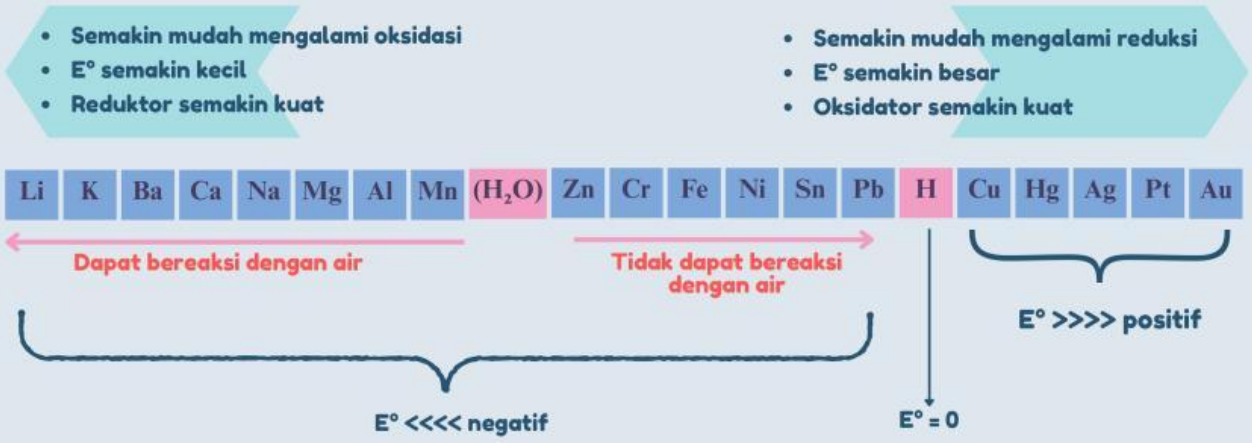
$$E\ sel = E°sel - \frac{0{,}0592}{n} \log Q$$

Keterangan
E sel : Potensial sel
E°sel : Potensial sel standar
n : Jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi oksidasi
Q : Hasil bagi reaksi $\left(\frac{[produk]}{[reaktan]}\right)$

LIVEWORKSHEETS

Deret Volta

Deret volta menyatakan susunan unsur-unsur berdasarkan nilai potensial reduksi standarnya. Deret volta digunakan sebagai acuan apakah suatu unsur bisa bereaksi dengan ion lain atau tidak. Berikut adalah beberapa unsur yang sering digunakan dalam sel volta.



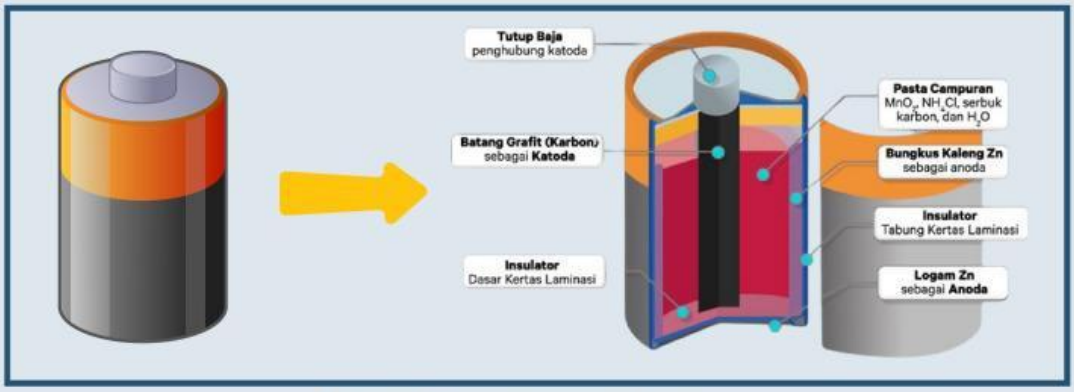
Aplikasi Sel Volta

Sel Volta merupakan salah satu teknologi penting dalam dunia modern yang memanfaatkan reaksi kimia untuk menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja Sel Volta didasarkan pada reaksi redoks yang terjadi di dua elektroda, yaitu anoda (tempat reaksi oksidasi) dan katoda (tempat reaksi reduksi), yang dihubungkan oleh jembatan garam atau medium elektrolit.

Dalam kehidupan sehari-hari, Sel Volta memiliki peran signifikan sebagai sumber energi portabel, pelindung logam, hingga pendukung teknologi ramah lingkungan. Beberapa contoh yang paling umum adalah:

- Baterai: Baterai yang kita gunakan sehari-hari, seperti baterai Alkaline, Baterai Lithium-Ion, dan aki adalah contoh sel volta yang digunakan sebagai sumber energi portabel. Baterai mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui aliran elektron dan ion untuk mengoperasikan berbagai perangkat. Perhatikan pada Gambar 2 dibawah ini:

LIVEWORKSHEETS



Gambar 2. Komponen baterai alkaline
Sumber: RuangGuru

jika di lihat pada Gambar 2 komponen-komponen dari baterai alkaline di atas terdapat dua elektroda, yaitu anoda (elektroda negatif) dan katoda (elektroda positif), yang dipisahkan oleh medium elektrolit. Elektron yang mengalir dari anoda ke katoda melalui rangkaian luar menciptakan arus listrik yang dapat digunakan untuk menghidupkan perangkat elektronik. Ion-ion dalam elektrolit bergerak untuk menyeimbangkan muatan selama reaksi berlangsung. Prinsip kerja inilah yang membuat baterai dianggap sebagai aplikasi langsung dari Sel Volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari

- Pelapisan Logam (Galvanisasi) : Proses melapisi logam dengan logam lain menggunakan prinsip redoks untuk mencegah korosi. Pelapisan besi dengan seng untuk mencegah karat (besi menjadi lebih tahan terhadap udara dan kelembapan). Dalam hal ini, seng bertindak sebagai anoda pengorbanan yang melindungi besi.
- Sel Bahan Bakar (Fuel Cell) : Jenis sel elektrokimia yang mengubah energi kimia dari bahan bakar (biasanya hidrogen) dan oksigen langsung menjadi energi listrik melalui reaksi redoks. Tidak seperti baterai, sel bahan bakar tidak perlu diisi ulang karena bahan bakar dan oksidator dapat terus-menerus dipasok dari luar.

LIVEWORKSHEETS

Contoh Soal

Sebuah sel volta terdiri dari elektroda seng (Zn) yang dicelupkan dalam larutan $ZnSO_4$ 1 M dan elektroda tembaga (Cu) yang dicelupkan dalam larutan $CuSO_4$ 1 M. Kedua setengah sel dihubungkan dengan jembatan garam yang berisi larutan KNO_3. Jika diketahui potensial reduksi standar Zn^{2+}/Zn = -0,76 V dan Cu^{2+}/Cu = +0,34 V, tentukan:

a. Reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda beserta reaksi selnya

b. Notasi sel

c. Potensial sel (E°sel)

d. Potensial sel pada suhu 25°C jika konsentrasi $[Zn^{2+}]$ = 0,1 M dan $[Cu^{2+}]$ = 0,025 M

Penyelesaian:

a. Reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda:

- Anoda: Elektroda tempat terjadinya oksidasi. Dalam deret volta, Zn lebih mudah teroksidasi dibandingkan Cu.
- Katoda: Elektroda tempat terjadinya reduksi.

Reaksi sel yang terjadi sebagai berikut :

Anoda : $Zn(s) \quad Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

Katoda : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \quad Cu(s)$

Reaksi sel : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \quad Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

b. Notasi sel:

$Zn(s) \mid Zn^{2+}(aq) \parallel Cu^{2+}(aq) \mid Cu(s)$

c. Potensial sel (E°sel):

E°sel = E°katoda - E°anoda E°sel = +0,34 V - (-0,76 V) E°sel = +1,10 V

Jadi, potensial sel (E°sel) adalah +1,10 V.

d. Untuk menghitung potensial sel digunakan persamaan Nernst dengan rumus:

$$Esel = E°sel - \frac{0,0592}{n} \log Q$$

$$= (E°katoda - E°anoda) - \frac{0,0592}{n} \log \left(\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}\right)$$

$$= (+0,34\ V - (-0,76\ V)) - \frac{0,0592}{2} \log \left(\frac{[0,1]}{[0,025]}\right)$$

$$= 1,10 - 0,0178$$

$$= 1,082\ Volt$$

Worksheet

LIVEWORKSHEETS