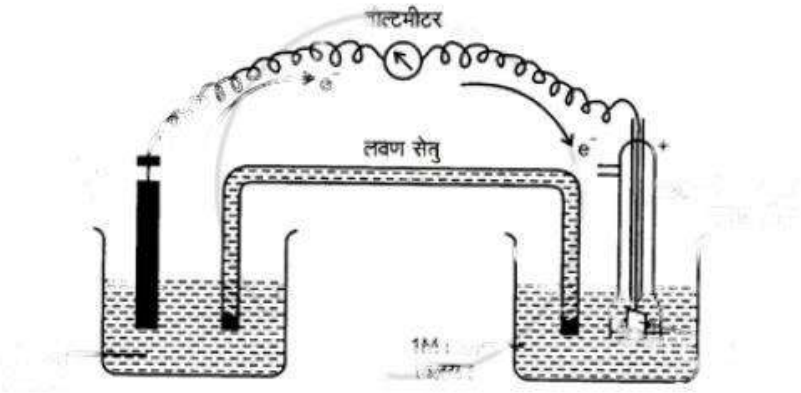
प्रश्न 1.

निकाय $Mg^{2+} | Mg$ का मानक इलेक्ट्रोड विभव आप किस प्रकार ज्ञात करेंगे?

उत्तर

निकाय $Mg^{2+} | Mg$ का मानक इलेक्ट्रोड विभव ज्ञात करने के लिए एक सेल स्थापित करते हैं। जिसमें एक इलेक्ट्रोड $Mg | MgSO_4$ (1M), एक मैग्नीशियम के तार को 1M $MgSO_4$ विलयन में डुबोकर व्यवस्थित करते हैं तथा मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड Pt, H_2 (1 atm) | H^+ (1M) को दूसरे इलेक्ट्रोड की भाँति व्यवस्थित करते हैं (चित्र-1)।



सेल का विद्युत वाहक बल मापते हैं तथा वोल्टमीटर में विक्षेप की दिशा को भी नोट करते हैं। विक्षेप की दिशा प्रदर्शित करती है कि इलेक्ट्रॉनों को प्रवाह मैग्नीशियम इलेक्ट्रोड से हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड की ओर है। अर्थात् मैग्नीशियम इलेक्ट्रोड पर ऑक्सीकरण तथा हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड पर अपचयन होता है। अत: सेल को निम्नवत् व्यक्त किया जा सकता है -

$$Mg | Mg^{2+}\ (1M)\ ||\ H^+\ (1M)\ |\ H_2\ (1\ atm),\ Pt$$

$$E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{H^+,\,1/2\,H_2} - E^{\ominus}_{Mg^{2+},\,Mg}$$

परन्तु $$E^{\ominus}_{H^+,\,1/2\,H_2} = 0$$

अत: $$E^{\ominus}_{Mg^{2+},\,Mg} = -\,E^{\ominus}_{cell}$$

प्रश्न 2.

क्या आप एक जिंक के पात्र में कॉपर सल्फेट का विलयन रख सकते हैं?

उत्तर

$E^{\ominus}_{Zn^{2+}, Zn} = -0.76\,V; \quad E^{\ominus}_{Cu^{2+}, Cu} = 0.34\,V$

अब हम यह जाँच करेंगे कि निम्नलिखित अभिक्रिया होगी अथवा नहीं।

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

सेल को इस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है -

Zn | Zn2+ || Cu2+ | Cu

$E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{Cu^{2+}, Cu} - E^{\ominus}_{Zn^{2+}, Zn}$

= 0.34 V – (- 0.76V) = 1.1 V

चूंकि E^{-}_{cell} धनात्मक है, अत: अभिक्रिया होगी तथा इस कारण हम जिंक के पात्र में कॉपर सल्फेट नहीं रख सकते हैं।

प्रश्न 3.

मानक इलेक्ट्रोड विभव की तालिका का निरीक्षण कर तीन ऐसे पदार्थ बताइए जो अनुकूल परिस्थितियों में फेरस आयनों को ऑक्सीकृत कर सकते हैं।

उत्तर

फेरस आयनों के ऑक्सीकरण का अर्थ है -

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^{-}$; $E^{-} = -0.77\,V$

केवल वे पदार्थ Fe^{2+} को Fe^{3+} में ऑक्सीकृत कर सकते हैं जो प्रबल ऑक्सीकारक हों तथा जिनका धनात्मक अपचायक विभव 0.77 V से अधिक हो जिससे सेल अभिक्रिया का विद्युत वाहक बल धनात्मक प्राप्त हो सके। यह स्थिति उन तत्वों पर लागू हो सकती है जो विद्युत-रासायनिक श्रेणी में $Fe^{3+} | Fe^{2+}$ से नीचे स्थित हैं; उदाहरणार्थ- Br, Cl तथा I.

प्रश्न 4.

pH = 10 के विलयन के सम्पर्क वाले हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड के विभव का परिकलन कीजिए।

हल

हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड के लिए,

$H^+ + e^- \rightarrow 1/2\ H_2$

नेर्नुस्ट समीकरण से,

$$E_{H^+, \frac{1}{2}H_2} = E^{\ominus}_{H^+, \frac{1}{2}H_2} - \frac{0.0591}{n} \log \frac{1}{[H^+]}$$

$$= 0 - \frac{0.0591}{1} \log \frac{1}{10^{-10}} \qquad [\because H^+ = 1 \times 10^{-pH}]$$

$$= -0.0591 \times 10 = -\mathbf{0.591\,V}$$

प्रश्न 5.

एक सेल के emf का परिकलन कीजिए जिसमें निम्नलिखित अभिक्रिया होती है। दिया गया है: $E^-_{cell} = 1.05$ V

$Ni(s) + 2Ag^+ (0.002M) \rightarrow Ni^{2+} (0.160M) + 2Ag(s)$

हल

दी गई सेल अभिक्रिया के लिए नेस्ट समीकरण से,

दी गई सेल अभिक्रिया के लिए नेस्ट समीकरण से,

$$E_{\text{सेल}} = E^{\ominus}_{\text{सेल}} - \frac{0.0591}{n} \log \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

$$= 1.05\ V - \frac{0.0591}{2} \log \frac{0.160}{(0.002)^2}$$

$$= 1.05 - \frac{0.0591}{2} \log (4 \times 10^4)$$

$$= 1.05 - \frac{0.0591}{2} (4.6021)$$

$$= 1.05\ V - 0.14\ V$$

$$= 0.91\ V$$

प्रश्न 6.

एक सेल जिसमें निम्नलिखित अभिक्रिया होती है -

$2Fe^{3+}(aq) + 2I^{-}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + I(s)$

का 298K ताप पर $E^{-}_{cell} = 0.236\ V$ है। सेल अभिक्रिया की मानक गिब्ज ऊर्जा एवं साम्य स्थिरांक का परिकलन कीजिए।

हल

$2Fe^{3+} + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{2+}$

$2I^{-} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$

अतः दी गई सेल अभिक्रिया के लिए, n = 2

$\Delta_r G^{-} = -nFE^{-}_{cell}$

$= -2 \times 96500 \times 0.236\ J$

$= -45.55\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta_r G^{-} = -2.303\ RT \log K_C$

$$\log_{10} K_C = \frac{-\Delta_r G^{\ominus}}{2.303\ RT}$$

$$= \frac{-45.55\ \text{kJ mol}^{-1}}{2.303 \times 8.314 \times 10^{-3}\ \text{kJK}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \times 298\ \text{K}}$$

$= 7.983$

$K_C = \text{Antilog}\ (7.983) = 9.616 \times 10^{7}$

प्रश्न 7.

किसी विलयन की चालकता तनुता के साथ क्यों घटती है?

उत्तर

विलयन की चालकता, विलयन के एकांक आयतन में उपस्थित आयनों की चालकता होती है। तनुकरण पर प्रति एकांक आयतन आयनों की संख्या घटती है, अत: चालकता भी घट जाती है।

प्रश्न 8.

जल की Δ°_{m} ज्ञात करने का एक तरीका बताइए।

उत्तर

अनन्त तनुता पर जल की सीमान्त मोलर चालकता (Δ°_{m}), अनन्त तनुता पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा सोडियम क्लोराइड (जिसमें सभी प्रबल विद्युत-अपघट्य हैं) की मोलर चालकताएँ ज्ञात होने पर निम्न प्रकार प्राप्त की जा सकती है -

$\Delta^{\circ}_{m\,(H2O)} = \Delta^{\circ}_{m\,(NaOH)} + \Delta^{\circ}_{m\,HCl} - \Delta^{\circ}_{m\,(NaCl)}$

प्रश्न 9.

0.025 mol L^{-1} मेथेनोइक अम्ल की चालकता 46.1 S cm^2 mol^{-1} है। इसकी वियोजन की मात्रा एवं वियोजन स्थिरांक का परिकलन कीजिए। दिया गया है कि

$\lambda^{\circ}_{(H+)}$ = 349.6S cm mol^{-1} एवं

$\lambda^{\circ}_{(HCOO-)}$ = 54.6 S cm mol^{-1}.

हल

$$\Lambda^{\circ}_{m\,(HCOOH)} = \lambda^{\circ}_{(H^+)} + \lambda^{\circ}_{(HCOO^-)} = 349.6 + 54.6$$

$$= 404.2\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

दिया है: $\Lambda_{m\,(HCOOH)} = 46.1\ S\ cm^2\ mol^{-1}$

अतःवियोजन की मात्रा, $\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda^{\circ}_m} = \frac{46.1\ S\ cm^2\ mol^{-}}{404.2\ S\ cm^2\ mol^{-}}$

$$= 0.114$$

$$HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+$$

प्रारम्भिक सान्द्रता	c mol L^{-1}	0	0
साम्य पर सान्द्रता	$c(1-\alpha)$	$c\alpha$	$c\alpha$

$$\therefore K_\alpha = \frac{c\alpha . c\alpha}{c(1-\alpha)}$$

$$= \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$= \frac{0.025 \times (0.114)^2}{1-0.114}$$

$$= 3.67 \times 10^{-4}$$

प्रश्न 10.

यदि एक धात्विक तार में 0.5 ऐम्पियर की धारा 2 घंटों के लिए प्रवाहित होती है तो तार में से कितने इलेक्ट्रॉन प्रवाहित होंगे?

हल

Q (कूलॉम) = i (ऐम्पियर) × t (सेकण्ड)

= (0.5 ऐम्पियर) × (2 × 60 × 60 s)

= 3600 C

96500 C का प्रवाह 1 मोल इलेक्ट्रॉन अर्थात् 6.02×10^{23} इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के तुल्य होता है।

3600 C के तुल्य इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह = $\frac{6.02 \times 10^{23}}{96500} \times 3600$

= 2246×10^{22} इलेक्ट्रॉन

प्रश्न 11.

उन धातुओं की एक सूची बनाइए जिनका विद्युत-अपघटनी निष्कर्षण होता है।

उत्तर

Na, Ca, Mg तथा Al.

प्रश्न 12.

निम्नलिखित अभिक्रिया में $Cr_2O_7^{2-}$ आयनों के एक मोल के अपचयन के लिए कूलॉम में विद्युत की कितनी मात्रा की आवश्यकता होगी ?

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + + 7H_2O$

हल

दी गई अभिक्रिया के अनुसार,

$Cr_2O_7^{2-}$ – आयनों के एक मोल को 6 मोल इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।

अतः $F = 6 \times 96500\ C = 579000\ C$

अत: Cr^{3+} में अपचयन के लिए 579000 C विद्युत की आवश्यकता होगी।

प्रश्न 13.

चार्जिंग के दौरान प्रयुक्त पदार्थों का विशेष उल्लेख करते हुए लेड संचायक सेल की चार्जिंग क्रियाविधि का वर्णन रासायनिक अभिक्रियाओं की सहायता से कीजिए।

उत्तर

चार्जिग (आवेशन) के दौरान एक बाह्य स्रोत से सेल को विद्युत ऊर्जा दी जाती है अर्थात् सेल एक विद्युतअपघटनी सेल की भाँति कार्य करता है। अभिक्रियाएँ डिस्चार्ज (निरावेशन) के दौरान होने वाली अभिक्रियाओं से विपरीत प्रकार होती हैं।

$$PbSO_4(s) + 2e^- \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$$
$$PbSO_4(s) + 2H_2O \longrightarrow PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^-$$
$$2PbSO_4(s) + 2H_2O \longrightarrow Pb(s) + PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$$

प्रश्न 14.

हाइड्रोजन को छोड़कर ईंधन सेलों में प्रयुक्त किए जा सकने वाले दो अन्य पदार्थ सुझाइए।

उत्तर

मेथेन (CH_4), मेथेनॉल (CH_3OH)।

प्रश्न 15.

समझाइए कि कैसे लोहे पर जंग लगने का कारण एक विद्युत-रासायनिक सेल बनना माना जाता है?

उत्तर

लोहे की सतह पर उपस्थित जल की परत वायु के अम्लीय ऑक्साइडों; जैसे- CO_2, SO_2 आदि को घोलकर अम्ल बना लेती है जो वियोजित होकर H^+ आयन देते हैं

$$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$$

H^+ आयनों की उपस्थिति में, लोहा कुछ स्थलों पर से इलेक्ट्रॉन खोना प्रारम्भ कर देता है तथा फेरस आयन बना लेता है। अतः ये स्थल ऐनोड का कार्य करते हैं -

$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

इस प्रकार धातु से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन अन्य स्थलों पर पहुँच जाते हैं जहाँ H+ आयन तथा घुली हुई ऑक्सीजन इन इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण कर लेती है तथा अपचयन अभिक्रिया हो जाती है। अतः ये स्थल कैथोड की भाँति कार्य करते हैं -

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

सम्पूर्ण अभिक्रिया इस प्रकारे दी जाती है

$2Fe(s) + O_2(g) + 4H^+(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$

इस प्रकार लोहे की सतह पर विद्युत-रासायनिक सेल बन जाता है।

फेरस आयन पुनः वायुमण्डलीय ऑक्सीजन द्वारा ऑक्सीकृत होकर फेरिक आयनों में परिवर्तित हो जाते हैं। जो जल अणुओं से संयुक्त होकर जलीय फेरिक ऑक्साइड $Fe_2O_3.xH_2O$ बनाते हैं। यह जंग कहलाता है।