पाठ → 2

वैद्युत रसायन

09
(1+1+1+2+4)

वैद्युत रसायन

"वैद्युत रसायन, रसायन शास्त्र की वह शाखा है, जिसके अंतर्गत वैद्युत तथा रासायनिक घटनाओं के परस्पर संबंध का अध्ययन किया जाता है अर्थात रसायन शास्त्र की वह शाखा जिसके अंतर्गत वैद्युत ऊर्जा तथा रासायनिक ऊर्जा के परिवर्तन के विषय में अध्ययन किया जाता है।

चालक

जिन पदार्थों में से विद्युत धारा प्रवाहित की जा सकती है, उन्हें विद्युत चालक कहते हैं।
उदा० - धातु, (सबसे अधिक चालक चाँदी है।)

कुचालक

जिन पदार्थों में से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं की जा सकती है, उन्हें विद्युत कुचालक कहते हैं। उदा० - काँच, रबड़, प्लास्टिक आदि।

e का द्रव्यमान = 9.1 ×

चालक दो प्रकार के होते हैं –

① धात्विक चालक
② वैद्युत अपघटनी चालक

धात्विक चालकता एवं वैद्युत अपघटनी चालकता में अंतर –

	धात्विक चालकता	वैद्युत अपघटनी चालकता
(i)	धातुओं में विद्युत धारा का चालन इलेक्ट्रॉनों के उच्च विभव से निम्न विभव की ओर प्रवाह के कारण होता है।	वैद्युत अपघट्यों के विलयन में विद्युत धारा का चालन आयनों की गति के कारण होता है।
(ii)	धात्विक चालकता में चालक धातु के रासायनिक गुणों में कोई परिवर्तन नहीं होता है।	इसमें वैद्युत अपघट्य का विघटन हो जाता है, अतः उसके रासायनिक गुणों में परिवर्तन हो जाता है।
(iii)	इस प्रकार की चालकता में पदार्थ का स्थानांतरण नहीं होता है।	इस प्रकार की चालकता में पदार्थ का स्थानांतरण होता है।
(iv)	ताप वृद्धि पर इसका मान कम हो जाता है।	ताप वृद्धि पर इसका मान बढ़ जाता है।
(v)	इसकी चालकता सामान्यतः अधिक होती है।	इसकी चालकत धात्विक चालकता की अपेक्षा कम होती है।

वैद्युत अपघट्य

यह वह पदार्थ होते हैं, जो जलीय विलयन या गलित अवस्था में विद्युत धारा का चालन करते हैं। ये गलित अवस्था में या जलीय विलयन में आयन देते हैं, जो विद्युतधारा का चालन करते हैं, वैद्युत अपघट्य कहलाते हैं। उदा० - अम्ल, क्षार, लवण।

वैद्युत अपघट्य दो प्रकार के होते हैं -

① **प्रबल वैद्युत अपघट्य ⇒** वह वैद्युत अपघट्य जो जलीय विलयन में पूर्ण रूप से आयनित हो जाते हैं, प्रबल वैद्युत अपघट्य कहलाते हैं।

उदा० -
HCl (अम्ल)
$NaOH$ (क्षार)
$NaCl$ (लवण)

② **दुर्बल वैद्युत अपघट्य ⇒** वह वैद्युत अपघट्य जो विलयन में कम आयानित होते हैं, दुर्बल वैद्युत अपघट्य कहलाते हैं।

उदा० -
CH_3COOH (ऐसीटिक अम्ल)
NH_4OH (अमोनिय हाइड्रोक्साइड)
H_2CO_3 (कार्बोनिक अम्ल)

theboardstudy.com

ओम का नियम

इस नियम के अनुसार "किसी चालक का विभवांतर उस चालक में बहने वाली विद्युत धारा के समानुपाती होता है।"

विभवांतर (V) ∝ (I) विद्युतधारा

$$V = RI \quad \therefore (R = \text{प्रतिरोध})$$

(जो कि एक स्थिरांक है)

ईकाई ⇒

विभवांतर की ईकाई = वॉल्ट
विद्युतधारा की ईकाई = एम्पियर
प्रतिरोध की ईकाई = ओम

प्रतिरोध ⇒

"किसी चालक का प्रतिरोध उस चालक में प्रवाहित हो रही विद्युत धारा के लिए चालक द्वारा प्रस्तुत की गई रूकावट या बाधा को प्रतिरोध कहते हैं।" इसका मान चालक की लंबाई (l) के अनुक्रमानुपाती तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

प्रतिरोध को R से प्रदर्शित करते हैं।

$$R \propto \frac{l}{A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

ρ = रो, प्रतिरोधकता
विशिष्ट प्रतिरोध

प्रतिरोध की ईकाई ओम होती है।

प्रतिरोधकता / विशिष्ट प्रतिरोध ⇒ इसे ρ से दर्शाते हैं। "किसी विलयन में दो इलेक्ट्रोड लगाकर विद्युत धारा प्रवाहित करने पर प्रतिरोध चालक की लंबाई के समानुपाती तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल व्युत्क्रमानुपाती होता है अर्थात्

$$R \propto \frac{l}{A}$$

$$\boxed{R = \rho \frac{l}{A}}$$

ρ = प्रतिरोधकता (स्थिरांक)

" प्रतिरोधकता वह प्रतिरोध होता है, जब किसी चालक की लंबाई 1 c.m. तथा क्षेत्रफल 1 c.m.² होता है।"

यदि $l = 1\,c.m.$, $A = 1\,c.m^2$

$$\boxed{R = \rho}$$

प्रतिरोधकता की ईकाई ओम c.m. होती है।

theboardstudy.com

(चालकता)
वैद्युत अपघटनीय चालकता

इसे G से दर्शाते हैं। वैद्युत अपघट्यों की चालकता को प्रतिरोध का विलोम द्वारा व्यक्त किया जाता है।

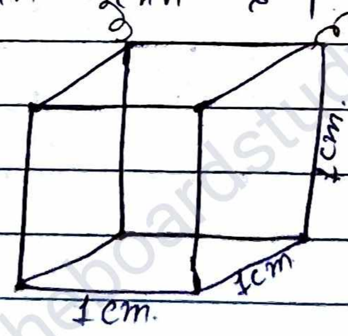
वैद्युत अपघटनीय चालकता = $\frac{1}{\text{प्रतिरोध}}$

$$G = \frac{1}{R}$$

इस प्रकार किसी विद्युत अपघट्य के विलयन की विद्युत धारा को प्रवाहित करने वाला गुण वैद्युत अपघट्य की चालकता कहलाता है।

इसकी ईकाई Ω^{-1} (ओम$^{-1}$) होती है।
इसकी S.I ईकाई सीमेन (सीमेन्स) होती है।

विशिष्ट चालकता ⇒
किसी वैद्युत अपघट्य के विलयन की प्रतिरोधकता का विलोम उसकी विशिष्ट चालकता कहलाता है। अतः "किसी विलयन की विशिष्ट चालकता उसके 1 c.m3 विलयन की चालकता होती है।"



theboardstudy.com

इसे ग्रीक लेटर K (Kappa) द्वारा दर्शाया जाता है।

$$\text{विशिष्ट चालकता } K = \frac{\text{एक}}{\text{प्रतिरोधकता}}$$

$$K = \frac{1}{\rho} \qquad \left\{ \rho = \frac{RA}{l} \right\}$$

$$K = \frac{1}{\frac{RA}{l}}$$

$$K = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$$

विशिष्ट चालकता = चालकता × सेल स्थिरांक

इसकी ईकाई ओम$^{-1}$ से.मी.$^{-1}$ होती है।

सेल स्थिरांक

किसी चालक के सेल के इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी (l) तथा किसी एक इलेक्ट्रोड के तल का क्षेत्रफल (A) निश्चित रहता है। अतः इसका अनुपात एक स्थिरांक होता है, जिसे सेल स्थिरांक कहते हैं। इसे G^* से प्रदर्शित करते हैं।

$$\boxed{G^* = \frac{l}{A}}$$

theboardstudy.com

सेल स्थिरांक के इकाई c.m.$^{-1}$ (से.मी.$^{-1}$) है।

विशिष्ट चालकता और सेल स्थिरांक में संबंध

किसी चालक पदार्थ के लिए प्रतिरोध (R) का मान लंबाई (l) के समानुपाती तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

या $R \propto \frac{l}{A}$

या $R = \rho \frac{l}{A}$

$$R = \rho \times G^* \quad \left[G^* = \frac{l}{A}\right]$$

सेल स्थिरांक $(G^*) = \frac{R}{\rho}$

$$\left[R = \frac{1}{\text{चालकता}}, \quad \rho = \frac{1}{\text{विशिष्ट चालकता}}\right]$$

(सेल स्थिरांक) $G^* = \dfrac{\frac{1}{\text{चालकता}}}{\frac{1}{\text{विशिष्ट चालकता}}}$

सेल स्थिरांक $G^* = \dfrac{\text{विशिष्ट चालकता}}{\text{चालकता}}$

theboardstudy.com

विशिष्ट चालकता = चालकता × सेल स्थिरांक

* मोलर / आण्विक चालकता

किसी वैद्युत अपघट्य विलयन की आण्विक चालकता उन समस्त आयनों की चालकता है, जो एक ग्राम (g) मोल वैद्युत अपघट्य को V_{ml} में विलेय करने से उत्पन्न होती है। इसे (λ) Λm से दर्शाते हैं। यह विलयन की विशिष्ट चालकता व आयतन के गुणनफल के बराबर होती है। अर्थात्

$$\Lambda m = K \times V \quad --- (1)$$

यदि Mg. मोल 1000 cm^3 में विलेय हो, तो 1 g. मोल $\frac{1000}{M}$ cm^3 में विलेय होगा।

अतः

$$V = \frac{1000}{M} \, cm^3 \quad --- (2)$$

समी. (1) व (2) से

$$\Lambda m = \frac{K \times 1000}{M}$$

इसकी इकाई ओम$^{-1}$ सेमी.^{2} मोल$^{-1}$ ($Ohm^{-1} cm^2 mol^{-1}$)
(S)

* तुल्यांकी चालकता

"किसी विलयन की तुल्यांकी चालकता उन समस्त आयनों की चालकता है, जो एक ग्राम (g.) तुल्यांक वैद्युत अपघट्य को V ml. में विलेय करने से उत्पन्न होती है।"

इसे Λ_{eq} से दर्शाते हैं।

यह विलयन की विशिष्ट चालकता (Kappa) व आयतन के गुणनफल के बराबर होती है।

अर्थात्

$$\Lambda_{eq} = K \times V \quad \text{--- (1)}$$

यदि C_{eq} g. तुल्यांक $1000\, c.m^3$ में विलेय हो तो एक g. तुल्यांक $\frac{1000}{C_{eq}}\, c.m.^3$ में विलेय होगा।

अतः

$$V = \frac{1000}{C_{eq}}\, c.m^3 \quad \text{--- (2)}$$

समी. (1) व (2) से

$$\boxed{\Lambda_{eq} = \frac{K \times 1000}{C_{eq}}}$$

जहाँ C_{eq} को नार्मलता भी कहते हैं।

theboardstudy.com

★ तुल्यांकी चालकता

"किसी विलयन की तुल्यांकी चालकता उन समस्त आयनों की चालकता है, जो एक ग्राम (g) तुल्यांक वैद्युत अपघट्य को V m.l. में विलेय करने से उत्पन्न होती है।"

इसे Λ_{eq} से दर्शाते हैं।

यह विलयन की विशिष्ट चालकता (Kappa) व आयतन के गुणनफल के बराबर होती है।

अर्थात्
$$\Lambda_{eq} = K \times V \quad \text{--- (1)}$$

यदि Ceq g. तुल्यांक $1000\,c.m^3$ में विलेय हो तो एक g. तुल्यांक $\frac{1000}{C_{eq}}\,c.m.^3$ में विलेय होगा।

अतः
$$V = \frac{1000}{C_{eq}}\,c.m^3 \quad \text{--- (2)}$$

समी. (1) व (2) से

$$\boxed{\Lambda_{eq} = \frac{K \times 1000}{C_{eq}}}$$

जहाँ C_{eq} को नार्मलता भी कहते हैं।

$$\Lambda_{eq} = \frac{K \times 1000}{N}$$

इकाई ओम$^{-1}$ (ohm^{-1}) सें.मी^{2} (cm^{2}) . ग्राम.तुल्यांक$^{-1}$ (g eq^{-1})

सीमेन (S) सेमी.^{2} (cm^{2}) ग्राम तुल्यांक$^{-1}$ (g eq^{-1})

कोलराँश का नियम

कोलराँश ने 1876 ई० में निम्नलिखित नियम का प्रतिपादन किया "अनंत तनुता पर जब समान विद्युत अपघट्य पूर्णतः आयनित हो जाते हैं तथा अंतर आयनिक आकर्षण नगण्य हो जाता है, तब वैद्युत अपघट्य की आण्विक चालकता में प्रत्येक आयन का एक निश्चित योगदान होता है। इस अवस्था पर आण्विक चालकता का मान वैद्युत अपघट्य के धनायनों और ऋणायनों की चालकता के योग के बराबर होता है।

अर्थात्

$$\Lambda^{o}_{m} = \nu_{+}\lambda^{o}_{+} + \nu_{-}\lambda^{o}_{-}$$

ν_{+} तथा ν_{-} आयनों की संख्या होती है।
λ^{o}_{+} तथा λ^{o}_{-} धनायन तथा ऋणायन होता है।

$\alpha = 1$ (प्रबल वैद्युत अपघट्य)

उदा० -

$$\Lambda^o_m\ NaCl = \lambda^o Na^+ + \lambda^o Cl^-$$

$$\Lambda^o_m\ BaCl_2 = \lambda^o Ba^+ + 2\lambda^o Cl^-$$

$$\Lambda^o_m\ Al_2(SO_4)_3 = 2\lambda^o Al^{3+} + 3\lambda^o SO_4^{2-}$$

कोलरॉश के नियम के अनुप्रयोग ⇒

I दुर्बल वैद्युत अपघट्यों के वियोजन या आयनन की मात्रा की गणना :

किसी दुर्बल वैद्युत अपघट्य के वियोजन की मात्रा तथा उसकी आण्विक चालकता में सीधा संबंध है। अनंत तनुता पर वैद्युत अपघट्य की चालकता अधिकतम होती है, क्योंकि इस अवस्था में वैद्युत अपघट्य पूर्णत: आयनित माना जाता है, अर्थात् $\alpha = 1$, अतः स्थिर ताप पर किसी वैद्युत अपघट्य के वियोजन की मात्रा (α), C सांद्रता पर आण्विक चालकता तथा अनंत तनुता के अनुपात के बराबर होती है।

$$\alpha \text{ (वियोजन की मात्रा)} = \frac{\Lambda^c_m}{\Lambda^o_m}$$

$$= \frac{\Lambda^c_m}{\lambda^o_+ + \lambda^o_-}$$

A B C D

$$CH_3COONa + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$$

II अनंत तनुता पर दुर्बल वैद्युत अपघट्यों की आण्विक चालकता की गणना :

इस नियम की सहायता से दुर्बल वैद्युत अपघट्य की आण्विक चालकता ज्ञात की जा सकती है। आण्विक चालकता अनंत तनुता को Λ_m Vs $\sqrt{C}$ के बहिर्वेशन द्वारा नहीं निकाला जा सकता, किंतु कोलरॉश नियम की सहायता से इसकी गणना आसानी से की जा सकती है।

उदा० के लिए ऐसिटिक अम्ल (CH_3COOH) के लिए Λ^0_m की गणना CH_3COONa, HCl, $NaCl$, की अनंत तनुता पर आण्विक चालकताओं की सहायता से ज्ञात की जा सकती है, क्योंकि ये तीनों प्रबल वैद्युत अपघट्य हैं, जिनकी आण्विक चालकता अनंत तनुता पर [illegible] से ज्ञात कर ली जाती है।

$$\Lambda^0_m CH_3COOH = \lambda^0_m CH_3COO^- + \lambda^0 H^+$$

$$\Lambda^0_m CH_3COOH = \Lambda^0_m CH_3COONa + \Lambda^0_m HCl - \Lambda^0_m NaCl$$

$$= \lambda^0 CH_3COO^- + \lambda^0 Na^+ + \lambda^0 H^+ + \lambda^0 Cl^- - \lambda^0 Na^+ - \lambda^0 Cl^-$$

$$= \lambda^0 CH_3COO^- + \lambda^0 H^+$$

$$\Lambda^0_m CH_3COOH = \lambda^0 CH_3COO^- + \lambda^0 H^+$$

Ques: ऐसिटिक अम्ल के लिए Λ^o_m ज्ञात कीजिए। दिया गया है —

$\Lambda^o_m CH_3COONa = 91\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-2}$

$\Lambda^o_m HCl = 425.9\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-2}$

$\Lambda^o_m NaCl = 126.4\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-2}$

Solve: $\Lambda^o_m CH_3COOH = \Lambda^o_m CH_3COONa + \Lambda^o_m HCl - \Lambda^o_m NaCl$

$= 91 + 425.9 - 126.4$

$= 390.5\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-1}$

Ques: दिए गए आंकड़ों की सहायता से $\Lambda^o_m NH_4OH$ ज्ञात कीजिए दिया है —

$\Lambda^o_m NH_4Cl = 129\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-1}$

$\Lambda^o_m NaOH = 248\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-1}$

$\Lambda^o_m NaCl = 126.40\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-1}$

$\Lambda^o_m NH_4OH = \Lambda^o_m NH_4Cl + \Lambda^o_m NaOH - \Lambda^o_m NaCl$

$= 129 + 248 - 126.4$

$= 250.6\ ohm^{-1}\ cm^2\ mol^{-1}$

III दुर्बल वैद्युत अपघट्यों के लिए वियोजन स्थिरांक की गणना करना :

ओस्टवॉल्ट के तनुता नियम के अनुसार — दुर्बल वैद्युत अपघट्यों के विलयन द्रव्य अनुपाती

क्रिया के नियम का पालन करते हैं। माना कि AB कोई दुर्बल वैद्युत अपघट्य है, जिसके विलयन का सांद्रण C मोल / लीटर है तथा α उसके वियोजन की मात्रा है। अतः साम्य अवस्था पर

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^+$$

प्रारंभिक सांद्रता

$$C \qquad 0 \qquad 0$$

साम्य अवस्था पर

$$C - C\alpha \qquad C\alpha \qquad C\alpha$$

द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियम के अनुसार :

वियोजन स्थिरांक (K) $= \dfrac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha}$

$$= \frac{C^2 \alpha^2}{C - C\alpha}$$

$$= \frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)}$$

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad \text{----- (1)}$$

$$\alpha = \frac{\Lambda^c_m}{\Lambda^o_m}$$

समी. ① में α का मान रखने पर :

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$K = \frac{C\left(\frac{\Lambda^c_m}{\Lambda^o_m}\right)^2}{1 - \frac{\Lambda^c_m}{\Lambda^o_m}}$$

$$K = \frac{\frac{C(\Lambda^c_m)^2}{(\Lambda^o_m)^2}}{\frac{\Lambda^o_m - \Lambda^c_m}{\Lambda^o_m}}$$

$$K = \frac{C(\Lambda^c_m)^2}{\Lambda^o_m(\Lambda^o_m - \Lambda^c_m)}$$

फैराडे के विद्युत अपघटन के नियम :

सन् 1833 में फैराडे ने विद्युत विद्युत अपघटन के प्रयोगों के आधार पर दो नियम दिए हैं —

I फैराडे का विद्युत अपघटन का प्रथम नियम ⇒

"विद्युत अपघटन में किसी इलेक्ट्रोड पर जमा या मुक्त होने वाले पदार्थ की मात्रा प्रवाहित विद्युत धारा की मात्रा के समानुपाती होते हैं।"

अर्थात यदि 'Q' कूलॉम विद्युत आवेश प्रवाहित करने में W g. पदार्थ का जमा होता है, तो

$$W \propto Q$$
$$W = ZQ$$

Z = एक समानुपाती स्थिरांक, जिसे पदार्थ का विद्युत रासायनिक तुल्यांक कहते हैं।

$Q = I \times t$ (कूलॉम में विद्युत की मात्रा)

Q का मान रखने पर:

$$W = ZIt$$

यदि

$$I = 1A$$
$$t = 1s$$
$$\boxed{W = Z}$$

विद्युत रासायनिक तुल्यांक ⇒

विद्युत रासायनिक तुल्यांक, किसी पदार्थ का वह द्रव्यमान है, जो एक एम्पियर की विद्युत धारा को एक सेकंड तक प्रवाहित करने पर जमा या मुक्त होती है।

II

II फैराडे का विद्युत अपघटन का द्वितीय नियम ⇒

इस नियमानुसार " जब श्रेणी क्रम में लगे हुए विभिन्न विद्युत अपघट्यों के विलयन से होकर विद्युत की समान मात्रा प्रवाहित की जाती है तो इलेक्ट्रोड पर एकत्रित विभिन्न पदार्थों की मात्राएँ उनके रसायनिक तुल्यांक समानुपाती होती है।"

माना श्रेणी क्रम में जुड़े हुए दो विद्युत अपघट्यों में विद्युत की समान मात्रा प्रवाहित करने पर विक्षेपित पदार्थ की मात्राएँ क्रमशः W_1 एवं W_2 तथा उनके रसायनिक तुल्यांक क्रमशः E_1 एवं E_2 है।

$$W \propto E$$

या

$$W/E = \text{स्थिरांक}$$

या

$$W_1 \propto E_1$$

$$W_2 \propto E_2$$

या

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

उदा० –

श्रेणी क्रम में जुड़े $CuSO_4$ और $AgNO_3$ विलयनों में विद्युत धारा की समान मात्रा प्रवाहित की जाए।

theboardstudy.com

Eext > 1.10V. (विद्युत अपघटनीय सेल)
Eext < 1.10V. (विद्युत रासायनिक सेल)
Eext = 1.10V. [सेल कोई कार्य नहीं करेगा]

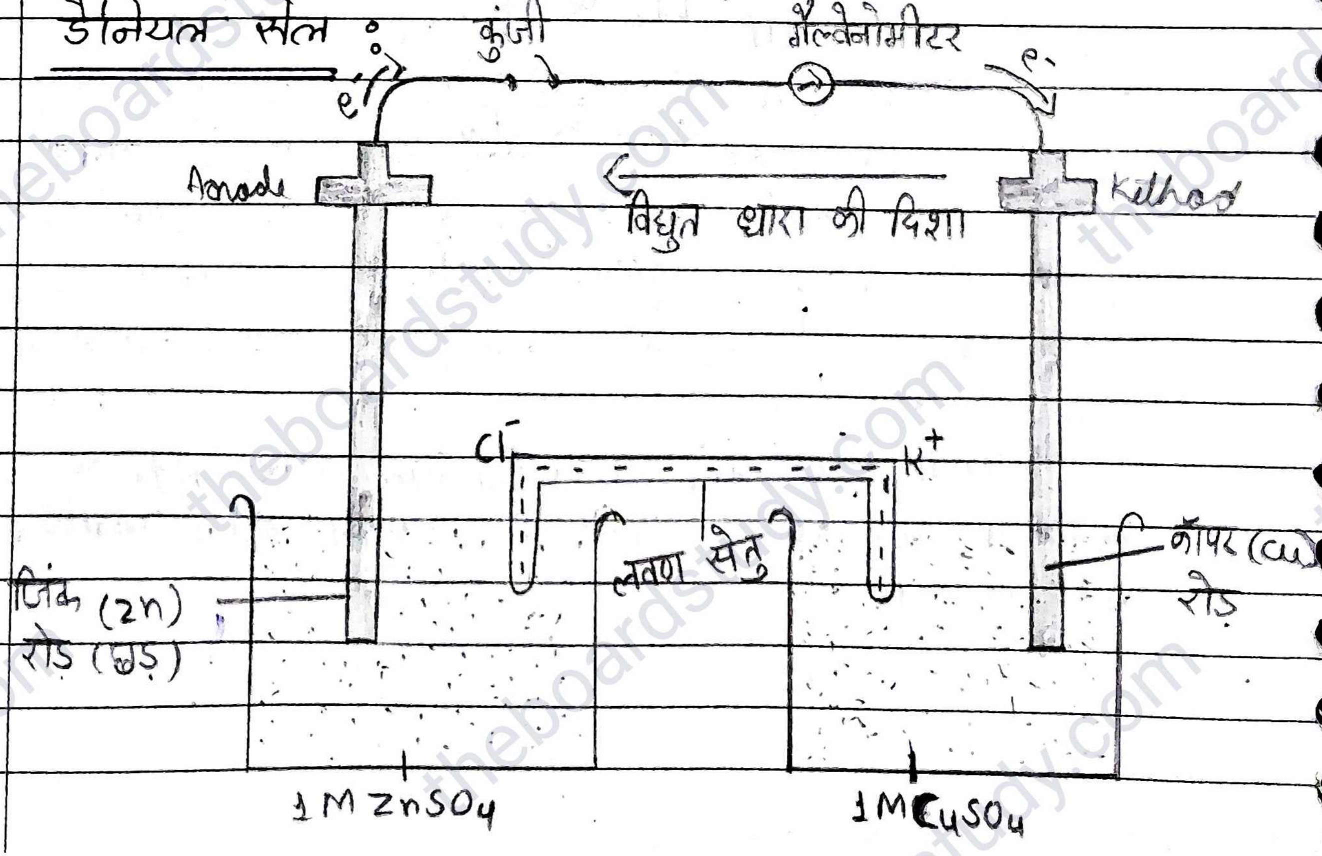
अतः
कॉपर (Cu) की एकत्रित मात्रा = कॉपर का तुल्यांकी भार
सिल्वर (Ag) की एकत्रित मात्रा = सिल्वर का तुल्यांकी भार

विद्युत रासायनिक सेल एवं उसकी क्रियाविधि डेनियल (Deniel) सेल का उदा० लेकर समझाइए।

विद्युत रासायनिक सेल :

यह एक युक्ति है, जिसमें रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। इसकी कार्य प्रणाली रेडॉक्स अभिक्रिया पर आधारित है, किंतु ऑक्सीकरण और अपचयन अर्द्धअभिक्रियाएँ अप्रत्यक्ष रूप से भिन्न - भिन्न पात्रों में होती हैं। इन्हें "गैल्वेनिक या वोल्टीज सेल" भी कहा जाता है।

डेनियल सेल :



यह एक सामान्य गैल्वेनिक सेल होता है। इसमें जिंक धातु की एक रोड एक पात्र (Beaker) में रखे जिंक सल्फेट ($ZnSO_4$) के विलयन में और कॉपर धातु की रोड को दूसरे पात्र में रखे कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) के विलयन में डुबो देते हैं। दोनों धातुओं की रोड इलेक्ट्रानों के अभिगमन के लिए प्रयुक्त की जाती हैं। इसलिए इन्हें इलेक्ट्रोड कहते हैं। दोनों इलेक्ट्रोडों को गैल्वेनोमीटर में से होकर एक तार द्वारा जोड़ दिया जाता है, अब दोनों बीकर में रखे विलयन को एक उल्टे U के आकार की नली द्वारा जोड़ दिया जाता है। U नली में KCl, NH_4NO_3 लवण, जिलेटिन या एगर - एगर युक्त अर्द्ध ठोस पेस्ट भर दिया जाता है। इस U नली को लवण सेतु कहते हैं।

सेल की कार्यविधि ⇒

इस सेल में जिंक रोड एनोड का कार्य करती है तथा उस पर ऑक्सीकरण होता है, जिससे जिंक 2 इलेक्ट्रॉन देता है, जिससे वह Zn^{2+} में परिवर्तित हो जाता है। वहीं कॉपर रोड कैथोड का कार्य करती है तथा उसपर अपचयन होता है, जिससे Cu^{2+} 2 इलेक्ट्रॉन लेकर Cu में परिवर्तित हो जाता है। इलेक्ट्रॉन का प्रवाह जिंक रोड से कॉपर रोड की ओर होता है। विद्युतधारा इसके विपरीत प्रवाह करती है। इस प्रकार बना डेनियल सेल 1.10 V (वोल्ट) की विद्युत धारा उत्पन्न करता है।

सेल अभिक्रियाएँ :

ऐनोड (ऑक्सीकरण)

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

कैथोड (अपचयन)

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

कुल अभिक्रिया

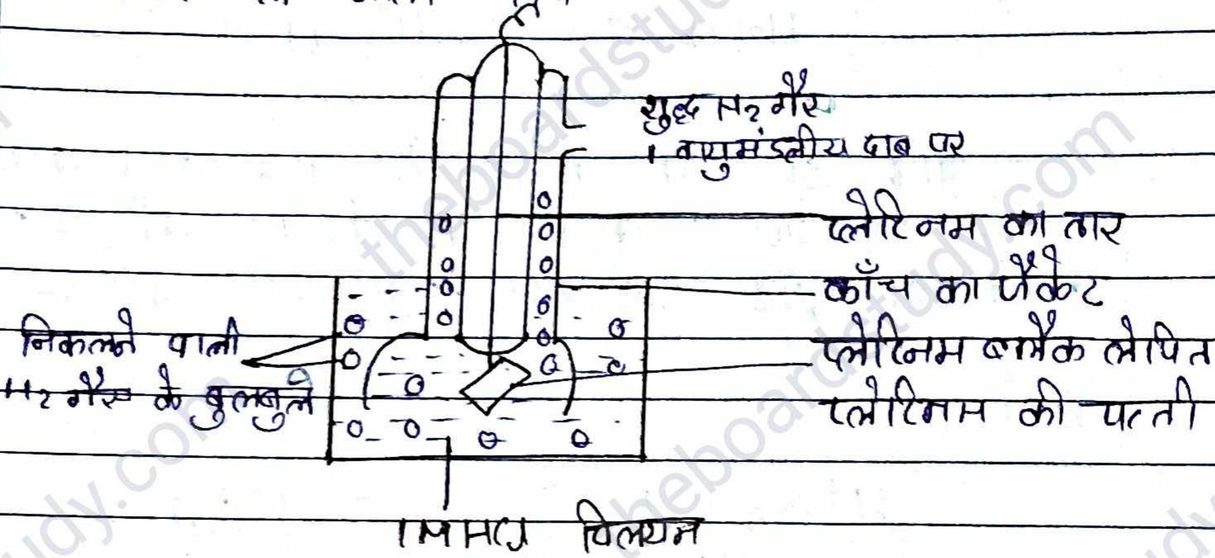
$$Zn(s) + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu(s)$$

मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड
Standard Hydrogen Electrode

इसमें एक पात्र में 1 m HCl का विलयन होता है, जिसमें काँच की नली डूबी होती है, जिसमें प्लेटिनम के तार की सहायता से एक प्लेटिनम की पत्ती (foil) लगी होती है, जिसपर प्लेटिनम ब्लैक का लेप लगा होता है। प्लेटिनम की पत्ती एक चौड़े काँच के बेलनाकार जैकेट से घिरि ~~होती है~~ रहती है, जिसमें ~~से~~ 1 (atm) वायुमंडलीय दाब से शुद्ध हाइड्रोजन गैस (H_2) प्रवाहित की जाती है। इस जैकेट में H_2 गैस

जिंक का इलेक्ट्रोड विभव = -0.76 V
कॉपर का इलेक्ट्रोड विभव = + 0.34 V

निकलने के लिए कुछ छिद्र होते हैं। प्रवाहित हाइड्रोजन का कुछ अंश प्लेटिनम पर अधिशोषित हो जाता है तथा शेष बुलबुले के रूप में बाहरी जैकेट के छिद्रों से निकल जाती है। फलस्वरूप अधिशोषित हाइड्रोजन एवं विलयन के बीच साम्य स्थापित हो जाता है।



इलेक्ट्रॉड अभिक्रिया निम्नानुसार होती है—

ऐनोड :

$$H_2 \rightleftharpoons 2H^+ + 2e^-$$

कैथोड :

$$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$$

इस इलेक्ट्रॉड को निम्नानुसार प्रदर्शित कर सकते हैं—

$$Pt, \frac{1}{2} H_{2(g)} (1\,atm) / H^+_{(aq)} (1m)$$

या

$$H^+_{(aq)} (1m) / \frac{1}{2} H_{2(g)} (1\,atm), Pt$$

जब यह एनोड की तरह कार्य करता है, तब इस पर ऑक्सीकरण होता है एवं इसकी इलेक्ट्रोड अभिक्रिया इस प्रकार होती है —

एनोड :

$$\frac{1}{2} H_2(g) \rightleftharpoons H^+(aq) + e^-$$

यदि यह एक कैथोड की तरह कार्य करता है, तो इस पर अपचयन की क्रिया होती है और इसकी इलेक्ट्रॉड अभिक्रिया इस प्रकार होगी —

कैथोड :

$$H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} H_2(g)$$

इसका इलेक्ट्रॉड विभव शून्य होता है।

$\Delta G < 0$ (स्वतः)
$\Delta G > 0$ (अस्वतः)
$\Delta G = 0$ (साम्य अवस्था)

theboardstudy.com

विद्युत-रासायनिक सेल एवं विद्युत-अपघटनीय सेल में अंतर :—

	विद्युत-रासायनिक सेल	विद्युत-अपघटनीय सेल
(1)	यह रासायनिक-ऊर्जा को विद्युत-ऊर्जा में परिवर्तित करता है।	यह विद्युत-ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है।
(2)	इसमें लवण-सेतु की आवश्यकता होती है।	इसमें लवण-सेतु की आवश्यकता नहीं होती है।
(3)	दोनों इलेक्ट्रॉड अलग-अलग विलयन एवं अलग-अलग पात्रों में रखे जाते हैं।	दोनों इलेक्ट्रॉड एक ही विलयन में रखे जाते हैं।
(4)	सेल के कार्य करने पर मुक्त ऊर्जा में कमी आती है। ($\Delta G < 0$)	सेल पर कार्य होने से मुक्त ऊर्जा में वृद्धि होती है। ($\Delta G > 0$)
(5)	सेल में होने वाली रेडॉक्स अभिक्रिया स्वतः होती है।	सेल में होने वाली रेडॉक्स अभिक्रिया अस्वतः होती है।
(6)	इस सेल में ऐनोड ऋणात्मक तथा कैथोड धनात्मक होता है।	इस सेल में ऐनोड धनात्मक एवं कैथोड ऋणात्मक होता है।

theboardstudy.com

एकल इलेक्ट्रॉड विभव के लिए नर्नस्ट समीकरण व्युत्पन्न कीजिए :

Nernst Equation

किसी धातु का इलेक्ट्रॉड विभव धातु आयन की सांद्रता एवं ताप पर निर्भर करता है। इसलिए किसी सेल का EMF (विद्युत वाहक बल) भी इन्हीं कारकों पर निर्भर करता है। किसी सेल के EMF का मान सांद्रता व ताप पर किस प्रकार निर्भर करता है, इसका अध्ययन नर्नस्ट ने किया और इन कारकों के प्रभाव को व्यक्त करने वाला एक समीकरण प्रस्तुत किया, जिसे "नर्नस्ट समीकरण" कहते हैं। यह किसी अपचयन अर्द्ध-अभिकारक के लिए इलेक्ट्रॉड विभव के मान को प्रकट करता है।

माना अर्द्ध सेल अभिकारक :

$$M^{n+}(aq) + ne^- \longrightarrow M(s) \quad \text{(अपचयन)}$$

उपर्युक्त अभिकारक के लिए नर्नस्ट समीकरण निम्नलिखित है —

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[M(s)]}{[M^{n+}_{(aq)}]}$$

[ ] - मोल / लीटर

$\frac{M(s)}{M(l)} > 1$, [प्राकृतिक लघु] $\ln x = 2.303 \log_{10} x$

$\because [M_{(s)} = 1]$

या

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[M^{n+}_{(aq)}]}$$

जहाँ

n = अभिक्रिया में भाग लेने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या

E = इलेक्ट्रॉड विभव

E° = मानक इलेक्ट्रॉड विभव

R = गैस स्थिरांक ($8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$)

T = परम ताप (298 K) (25°C)

★ F = फैराडे स्थिरांक (96500 C)

$$E = E^\circ - \frac{2.303 \times 8.314 \times 298}{n \times 96500} \log_{10}\left(\frac{1}{M^{n+}_{(aq)}}\right)$$

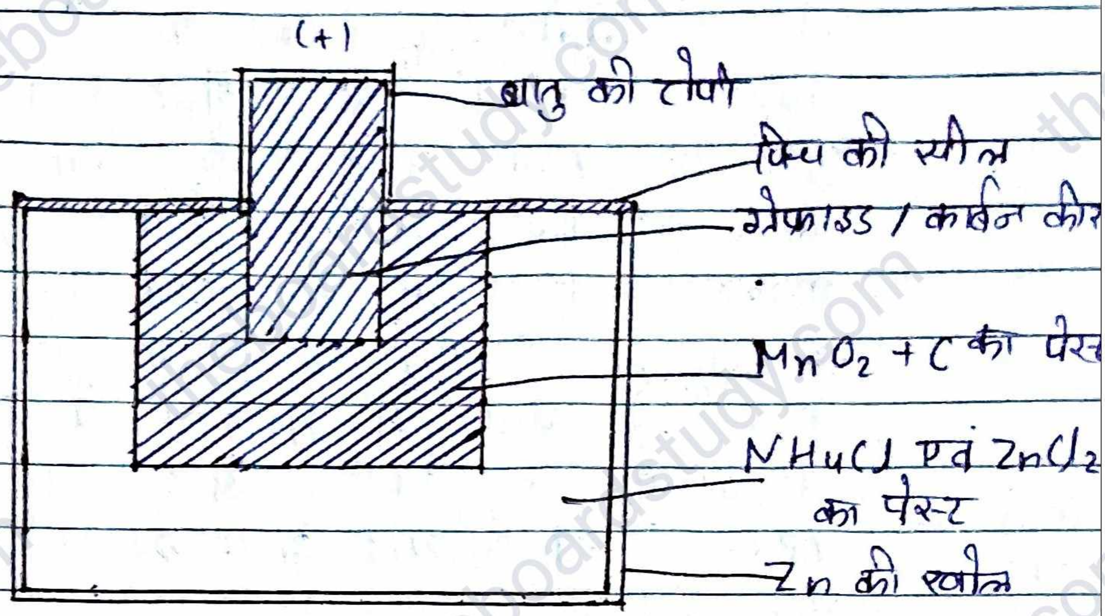
$$\boxed{E = E^\circ - \frac{0.0591}{n} \log_{10}\left(\frac{1}{M^{n+}_{(aq)}}\right)}$$

विद्युत वाहक बल और विभवांतर में अंतर:—

Electro Motive Force & Potential Difference

विद्युत वाहक बल	विभवांतर
किसी खुले परिपथ में अर्थात् जब कोई विद्युत धारा प्रवाहित नहीं हो रही हो, एक सेल के दो इलेक्ट्रॉडों के मध्य विभवांतर "विद्युत वाहक बल" है।	किसी भी परिपथ में सेल के दो इलेक्ट्रॉडों के मध्य विभव में अंतर विभवांतर कहलाता है।
यह सेल से प्राप्त होने वाला अधिकतम वॉल्टेज है।	यह सेल से प्राप्त होने वाला अधिकतम वॉल्टेज (सेल के EMF) से हमेशा कम होता है।
सेल के EMF द्वारा गणना किया गया कार्य सेल से प्राप्त होने वाला अधिकतम कार्य होता है।	सेल के विभवांतर द्वारा गणना किया गया कार्य सेल से प्राप्त अधिकतम कार्य से कम होता है।
EMF परिपथ में निरंतर विद्युत धारा प्रवाहित होने के लिए उत्तरदायी है।	विभवांतर परिपथ में निरंतर विद्युत धारा प्रवाहित होने के लिए उत्तरदायी नहीं है।
सेल के EMF को विभवमापी द्वारा मापा जाता है।	सेल का विभवांतर वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है।

शुष्क सेल



इन सेलों का उपयोग टॉर्च, टेप रिकॉर्डर, रेडियो, खिलौने, कैलकुलेटर आदि में होता है इस प्रकार के सेल में जब तक रेडॉक्स अभिक्रिया होती रहती है ये तब तक कार्य करते हैं इनकी अभिक्रिया केवल एक ही दिशा में संपन्न होती है। इन्हें पुनः आवेशित (recharge) नहीं किया जा सकता। ये लेकलांशी सेल के सिद्धांत पर कार्य करता है।

शुष्क सेल में जिंक का एक खोखला आवरण रहता है, जिसके ऊपर अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) और कम मात्रा में जिंक क्लोराइड ($ZnCl_2$) का

जल में बना पेस्ट लगा रहता है। जिंक सिलेंडर एनोड का कार्य करता है। कैथोड एक कार्बन की छड़ होती है। कार्बन के छड़ के चारों ओर मैंगनीज़ डाईऑक्साइड (MnO_2) तथा कार्बन (C) चूर्ण का काला पेस्ट भरा होता है। जिंक के खोखले आवरण के ऊपर मोटे कागज का आवरण लगा रहता है। जब सेल कार्य करता है, तो जिंक धातु इलेक्ट्रॉन खोकर Zn^{2+} आयनों के रूप में NH_4Cl के रूप में विलेय हो जाता है। इलेक्ट्रॉन बाहरी परिपथ में गमन करते हैं तथा कैथोड द्वारा ग्रहण कर लिए जाते हैं।

सेल अभिक्रिया निम्नानुसार होती है:—

एनोड़ (ओक्सीकरण)

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

केथोड़ : (अपचयन)

$$2\overset{+4}{Mn}O_2 + 2NH_4^+ + 2e^- \longrightarrow \overset{+3}{Mn_2}O_3 + 2NH_3 + H_2O$$

कुल अभिक्रिया

$$Zn_{(s)} + 2MnO_2 + 2NH_4^+ \longrightarrow Zn^{2+} + Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$$

केथोड अभिक्रिया मे धनात्मक Mn^{4+} से Mn^{3+} मे अपन्चयन हो जाता है अमोनिया गैस के रूप

बाहर नही निकलती है ऐनोड मे बने की कुछ मात्रा मे संयोषित होकर जटिल आयन Zn_2^{+} बना लेती है जिससे सेल के भितर का दाब बढ़ नही पाता

$$Zn^{2+} + 4NH_3 \longrightarrow [Zn(NH$$

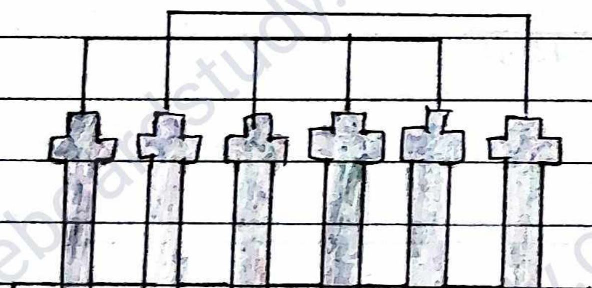
शुष्क सेल का वोल्टेज 1.25 वॉल्ट से 1.5 वॉल्ट के मध्य होता है।

शुष्क सेल का दोष ⇒

अमोनियम क्लोराइड की अम्लीय प्रकृति के कारण जिंक पात्र का संक्षारण होकर उसमें छिद्र हो जाते है इन छिद्रों से अन्य रासायनिक यौगिक रिसकर बाहर आने लगते हैं। आजकल शुष्क सेलों को सुधारकर लीक-रोधी बना दिया गया है। इसमें NH_4Cl के स्थान पर KOH का उपयोग किया जाता है।

(द्वितीयक बैटरी)

लेड संचयी सेल



एक सेल से 2 Volt का voltage उत्पन्न होता है।

लेड बैटरी या सेल कई संचायिक सेलों को श्रेणी क्रम में जोड़कर बनाया जाता है। बैटरी के प्रत्येक सेल का ऐनोड आपस में जुड़ा रहता है। इस तथा कैथोड अलग से आपस में जुड़ा रहता है। इस प्रकार इस बैटरी में दो एकांतर रूप से व्यवस्थित लेड प्लेटों के समूह होते हैं। तीन या 6 सेलों को आपस में जोड़ने पर 6 या 12 वॉल्ट की बैटरी प्राप्त होती है। इस प्रकार के सेलों को डिस्चार्ज होने के बाद दिष्ट धारा द्वारा पुनः चार्ज किया जाता है। प्रत्येक सेल में इसका एनोड लेड (Pb) से बना ग्रीड होता है। जिसमें सूक्ष्म वितरित स्पंजी लेड भरा रहता है। कैथोड भी लेड से बना ग्रीड होता है, जिसमें लेड डाई ऑक्साइड (PbO_2) भरा रहता है इन ग्रिडों को तनु H_2SO_4 (38%) में डूबो दिया जाता है। इस अम्ल का घनत्व 1.3 g/ml. होता है।

सेल अभिक्रिया निम्नानुसार होता है —

ऐनोड : (ऑक्सीकरण)

$$Pb_{(s)} + SO_4^{2-} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$$

कैथोड : अपचयन

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

कुल अभिक्रिया :

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2SO_4^{2-} + 4H^+ \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

$PbSO_4$ तथा H_2O के बनने के कारण H_2SO_4 की सांद्रता या घनत्व कम होता है। जब H_2SO_4 का घनत्व 1.2 g/ml. से कम हो जाता है, तब बैटरी विद्युत ऊर्जा नहीं दे पाती। इसे फिर से चार्ज करना पड़ता है।

बैटरी या सेल को चार्ज या पुनः आवेशित करना:

बैटरी को चार्ज करने के लिए उपर्युक्त वॉल्टेज की धारा विपरीत दिशा में भेजी जाती है अर्थात् इस सेल के लेड (Pb) एनोड को विद्युत स्त्रोत के ऋण भाग से व कैथोड(PbO_2) को धनात्मक सिरे से जोड़ दिया जाता है।

सेल अभिक्रिया:

एनोड:

$$PbSO_4 + 2e^- \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}$$

कैथोड:

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

कुल अभिक्रिया:

$$2PbSO_4 + 2H_2O \longrightarrow Pb(s) + PbO_2(s) + 2SO_4^{2-} + 2...$$

theboardstudy.com

Note : सेल चार्ज होने पर विद्युत अपघटनी सेल का कार्य करता है।

Gold & platinum का संक्षारण नहीं होता

संक्षारण ($Fe_2O_3 . XH_2O$)

संक्षारण एक विद्युत रासायनिक घटना है। " वायु - मंडल में उपस्थित गैसों तथा नमी द्वारा धातुओं के धीमी गति से अवांछित यौगिकों को (सामान्यत: ऑक्साइड) में परिवर्तन होने का प्रक्रम संक्षारण कहलाता है। "

लोहे पर जंग लगना संक्षारण का एक प्रमुख उदा० है।

Note :

सोना तथा प्लेटिनम जंग रहित धातु है।

संक्षारण को प्रभावित करने वाले कारक

धातुओं का संक्षारण अनेक कारकों एवं परिस्थितियों पर निर्भर करता है, जिनमें से कुछ मुख्य कारक इस प्रकार हैं।

theboardstudy.com

★ धातु की प्रकृति ⇒

किसी धातु की क्रियाशीलता जितनी अधिक होती है, वह धातु उतनी ही अधिक शीघ्रता से संक्षारित होती है।

अशुद्धियों की उपस्थिति ⇒

धातु में अशुद्धियों की उपस्थिति से छोटे-छोटे संक्षारण सेल बन जाते हैं, जिससे धातु की संक्षारण की दर बढ़ जाती है।

वायुमंडल की प्रकृति ⇒

वातावरण में नमी, खारापन, अथवा CO_2, SO_2, SO_3, आदि गैसें अशुद्धि के रूप में हों तो संक्षारण की दर बढ़ जाती है, क्योंकि ये अशुद्धियाँ विद्युत अपघट्य की तरह कार्य करके सेल अभिक्रिया को बढ़ाने में सहायक होती हैं।

★ धातुओं में विकृति ⇒

चिकनी या समतल सतह वाली धातुओं का संक्षारण अपेक्षाकृत कम तथा मुड़ी हुई, कटी, फटी या खुरदरी सतह वाली धातुओं का संक्षारण ज्यादा या तेजी से होता है।

वैद्युत अपघट्य की उपस्थिति ⇒

धातु की सतह पर अम्ल - क्षार और लवण युक्त जल जैसे विद्युत अपघट्य की उपस्थिति में धातु की संक्षारित होने की दर बढ़ जाती है।

माध्यम का pH ⇒

धातुओं का संक्षारण माध्यम के pH पर भी निर्भर करता है। क्षारीय माध्यम में संक्षारण धीमी गति से व अम्लीय माध्यम में तेज गति से होता है।

संक्षारण से बचाव ⇒

धातुओं के संक्षारण को निम्न विधियों द्वारा रोका जा सकता है या आंशिक से कम किया जा सकता है।

(i) **रोधिका रक्षण ⇒ (Barrier Protection)**

धातुओं को संक्षारित होने से रोकने के लिए, धातु और वायुमंडल के बीच एक एक रोधिका स्थापित कर दिया जाता है। इसके लिए निम्नलिखित विधियों का प्रयोग किया जा सकता है — (i) धातु की सतह पर पेंट लगाना।

(ii) धातु की सतह पर तेल या ग्रीस की पतली

परत लगाना (iii) विद्युत लेपन (Electroplating) के द्वारा धातु पर निकिल (Ni) के डेमियम (Cd), आदि ऐसी धातु की पतली पर्त चढ़ा देना, जो कि संक्षारित नहीं होती है।

(2) बलिदानी या उत्सर्ग रक्षण (Sacrifical Protection) ⇒

इस विधि में धातु को संचारित होने से बचाने के लिए अथर ऐसी धातु की पर्त चढ़ाई जाती है, जो संक्षारित की जाने वाली धातु से ज्यादा क्रियाशील हो या अपेक्षाकृत अधिक आसानी से ऑक्सीकृत होती है। समय के साथ-साथ इस सक्रिय धातु की पर्त नष्ट होती जाती है, किंतु मूल धातु संक्षारित होने से बची रहती है लोहे को जंग लगने से बचाने के लिए उस पर जिंक की पर्त चढ़ाई जाती है। इस प्रक्रिया को गेल्वेनीकरण (Galvanization) कहते हैं।

(3) वैद्युत रक्षण या कैथोडिक रक्षण :
(Electrical Protection or Cathodic Protection) :-

यह भी एक प्रकार का बलिदानी रक्षण है इस विधि में द्वारा धातुओं की बनी, उन वस्तुओं को संक्षारण से बचाया जाता है, जो ज़मीन के अंदर दबी हो या जल के साथ संपर्क में रहती है। जैसे लोहे के बने पाइप, पेट्रोल या डीजल के टैंक, जहाज की पैंदी आदि को संक्षारित होने से बचाने के लिए उन्हें अधिक सक्रीय धातु जैसे Mg या Zn

के साथ जोड़ दिया जाता है, क्योंकि सक्रीय धातु का अपचयन विभव कम होता है।

$$Mg^{2} + 2e^{-} \longrightarrow Mg(s) \quad E^{o} = -2.87$$
$$Fe^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Fe(s) \quad E^{o} = -0.44 V$$

(v) **जंगरोधी विलयन लगाना (Antirust solution) :-**

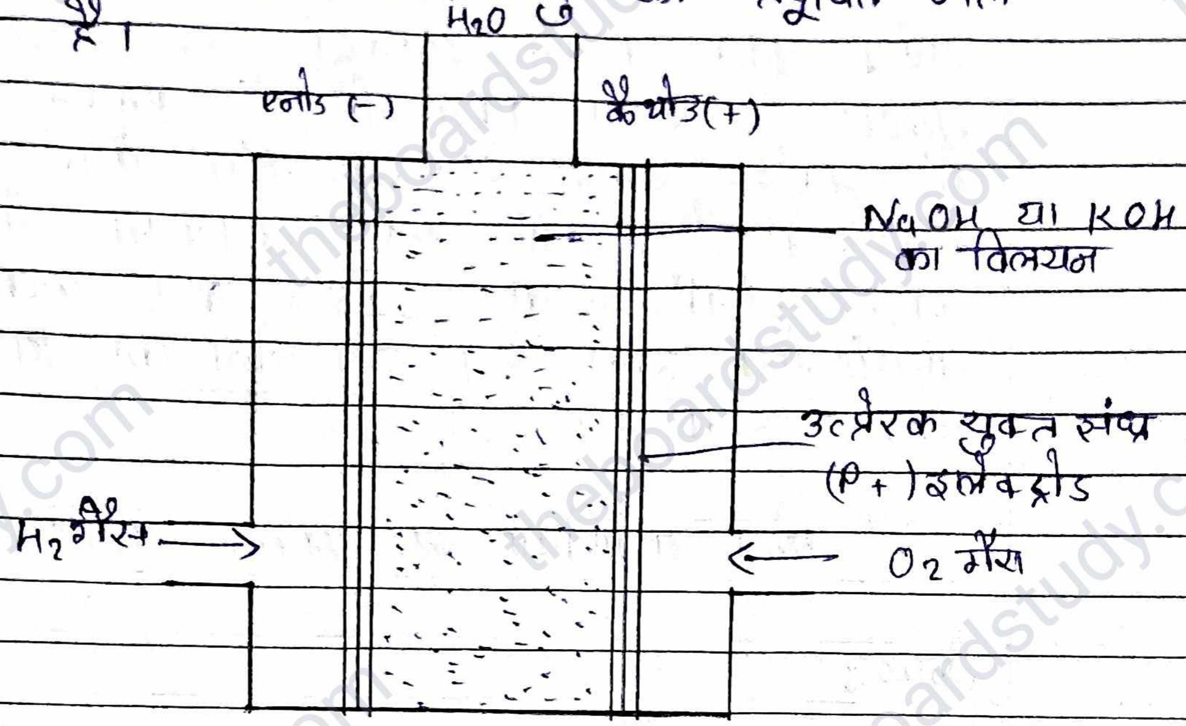
धातुओं (लोहे) की वस्तुओं को जंग लगाने से बचाने के लिए उबलते प्रबल क्षारीय फॉस्फेट या क्षारीय क्रोमेट विलयन में डुबोया जाता है, जिससे इनके ऊपर धातु की फॉस्फेट या क्रोमेट की पतली अविलेय पर्त चढ़ा दी जाती है। यह पर्त लोहे को जंग लगाने से बचाती है। कार रेडियेटर एवं इंजन में लगी लोहे के कलपुर्जों को जंग से बचाने के लिए इन्हीं जंग विरोधी विलयनों का प्रयोग किया जाता है।

theboardstudy.com

ईंधन सेल

Fuel Cell

ऐसा सेल जो वायु को प्रदूषित नहीं करता है।



ईंधन सेल साधारण विद्युत-रासायनिक सेलों से कुछ भिन्न होते हैं। इनमें ऑक्सीकृत होने वाला पदार्थ इलेक्ट्रॉड की धातु का नहीं होता, परंतु सेल में भेजे जाने वाला ईंधन होता है।

किसी ईंधन गैस को एनोड पर प्रवाहित करके ऑक्सीकृत कराया जाता है। कैथोड पर दहन में सहायक वायु अथवा ऑक्सीजन को प्रवाहित किया जाता है, जिसका कैथोड पर अपचयन हो जाता है। इस प्रकार के सेल जिनमें H_2, O_2, CH_4 आदि जैसे ईंधन के दहनों से प्राप्त ऊर्जा को सीधे विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। ईंधन सेल कहलाते हैं।

$H_2 O_2$ ईंधन सेल का सबसे अच्छा उदाहरण है।

इस सेल में H_2 तथा O_2 गैसों को सरंध्र युक्त कार्बन इलेक्ट्रॉड से होकर सांद्र NaOH या KOH विलयनों में बुलबुले के रूप में प्रवाहित करते हैं। H_2 गैस ऐनोड कक्ष में भेजते हैं, जहाँ उसका अपचयन होता है। प्रवाहित गैसों का ताप 525 K तथा दाब 50 वायुमंडलीय होता है। इस सेल का विभव 0.9 V होता है।

सेल अभिक्रिया इस प्रकार होती है —

ऐनोड :

$$2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$$

कैथोड :

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

कुल अभिक्रिया :

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

$H_2 - O_2$ ईंधन सेल का उपयोग अपोलो अंतरिक्ष कार्यक्रम में किया जाता है।

theboardstudy.com

ईंधन सेल के विशेषताएँ ⇒

(i) इसकी दक्षता उच्च (70-75%) होती है।

(ii) इनके उपयोग से किसी भी प्रकार का प्रदूषण नहीं होता है।

(iii) ये लगातार विद्युत का उत्पादन कर सकते हैं।

(iv) इसका वोल्टेज 1.29 volt होता है।

theboardstudy.com

जंग लगने का विद्युत रासायनिक सिद्धांत

इस सिद्धांत के आधार पर अशुद्ध धातुओं का संक्षारण सफलतापूर्वक स्पष्ट किया जा सकता है। उदाहरण के लिए लोहे पर जंग लगने का वर्णन किया गया है। लोहे पर जंग लगना (संक्षारण) एक विद्युत रासायनिक क्रिया है। लोहे में अशुद्धि के कारण उसकी सतह पर अनेक गैल्वेनिक सेल बन जाते हैं। ये सेल संक्षारण सेल या संक्षारण युग्म कहलाते हैं। इन संक्षारण सेलों में शुद्ध लोह ऐनोड का व अशुद्ध भाग कैथोड का कार्य करता है। घुली हुई ऑक्सीजन व कार्बन-डाई ऑक्साइड युक्त नमी की पतली परत वैद्युत अपघट्य के विलयन के रूप में कार्य करती है। लोहे पर जंग लगने में ऐनोड पर लोहा ऑक्सीकृत होकर दो इलेक्ट्रॉन मुक्त करता है।

ऐनोड अभिक्रिया :

$$Fe(s) \longrightarrow \underset{\text{फेरस आयन}}{Fe^{2+}} + 2e^-$$

कैथोड पर ये इलेक्ट्रॉन हाइड्रोजन आयन या घुलित ऑक्सीजन द्वारा ग्रहण कर लिए जाते हैं।

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO \rightarrow 2H^+$$

कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ \longrightarrow 2e^- \longrightarrow 2H$$

$$2H + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

कुल कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \longrightarrow H_2O$$

कुल संक्षारण सेल अभिक्रिया :

$$Fe(s) + 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow Fe^{2+} + H_2O$$

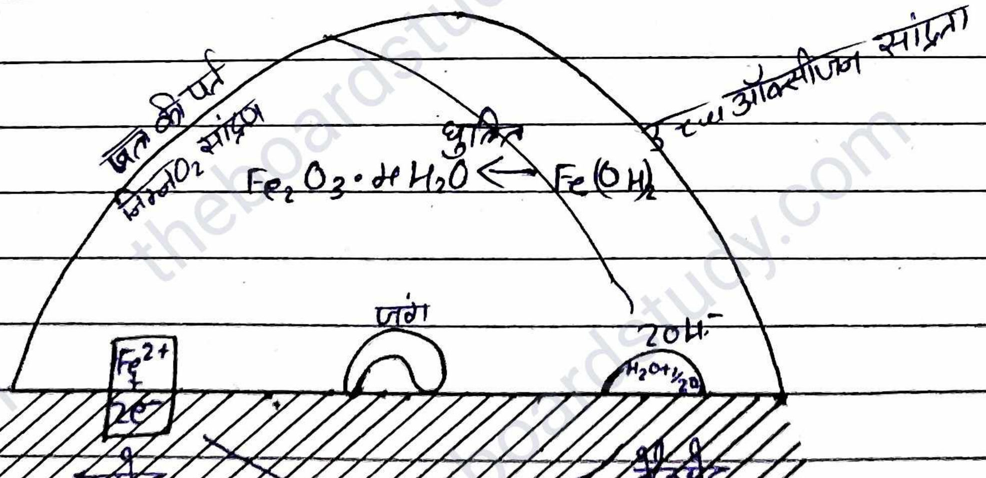
कैथोड अभिक्रिया से प्राप्त हुए OH^-, Fe^{2+} आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)$ (फेरस हाइड्रोक्साइड) बनाते हैं।

$$Fe^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

फेरस हाइड्रोक्साइड वायुमंडल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेट फेरीक ऑक्साइड (xH_2O) बनता है यह हाइड्रेटेड फेरिक ऑक्साइड जंग है।

$+ 4H^+$

H_2O जंग



जंग लगने का विद्युत रासायनिक सिद्धांत

इस सिद्धांत के आधार पर अशुद्ध धातुओं का संक्षारण सफलतापूर्वक स्पष्ट किया जा सकता है। उदाहरण के लिए लोहे पर जंग लगने का वर्णन किया गया है। लोहे पर जंग लगना (संक्षारण) एक विद्युत रासायनिक क्रिया है। लोहे में अशुद्धि के कारण उसकी सतह पर अनेक गैल्वेनिक सेल बन जाते हैं। ये सेल संक्षारण सेल या संक्षारण युग्म कहलाते हैं। इन संक्षारण सेलों में शुद्ध लोह ऐनोड का व अशुद्ध भाग कैथोड का कार्य करता है। घुली हुई ऑक्सीजन व कार्बन-डाई ऑक्साइड युक्त नमी की पतली परत वैद्युत अपघट्य के विलयन के रूप में कार्य करती है। लोहे पर जंग लगने में ऐनोड पर लोहा ऑक्सीकृत होकर दो इलेक्ट्रॉन मुक्त करता है।

ऐनोड अभिक्रिया :

फेरस आयन

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

कैथोड पर ये इलेक्ट्रॉन हाइड्रोजन आयन या घुलित ऑक्सीजन द्वारा ग्रहण कर लिए जाते हैं।

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO \rightarrow 2H^+$$

कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ \longrightarrow 2e^- \longrightarrow 2H$$

$$2H + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

कुल कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \longrightarrow H_2O$$

कुल संक्षारण सेल अभिक्रिया :

$$Fe(s) + 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow Fe^{2+} + H_2O$$

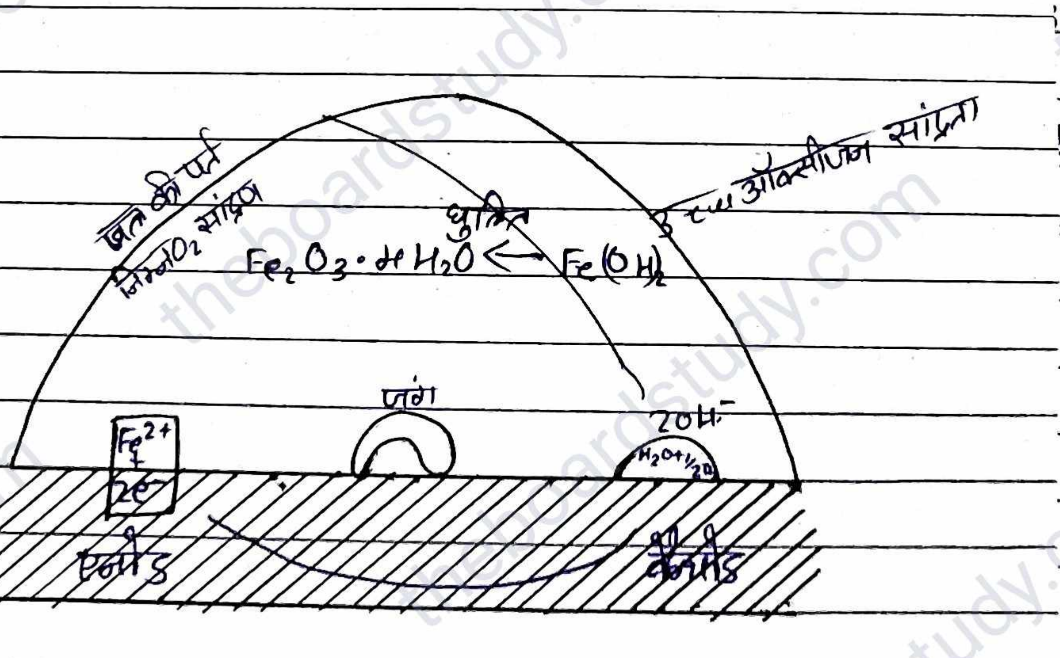
कैथोड अभिक्रिया से प्राप्त हुए OH^-, Fe^{2+} आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)$ (फेरस हाइड्रोक्साइड) बनाते हैं।

$$Fe^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

फेरस हाइड्रोक्साइड वायुमंडल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेट फेरीक ऑक्साइड (XH_2O) बनता है यह हाइड्रेटेड फेरिक ऑक्साइड जंग है।

$+ 4H^+$

H_2O जंग



कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ \longrightarrow 2e^- \longrightarrow 2H$$

$$2H + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

कुल कैथोड अभिक्रिया :

$$2H^+ + \frac{1}{2} O_2 + 2e^- \longrightarrow H_2O$$

कुल संक्षारण सेल अभिक्रिया :

$$Fe(s) + 2H^+ + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow Fe^{2+} + H_2O$$

कैथोड अभिक्रिया से प्राप्त हुए OH^-, Fe^{2+} आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)$ (फेरस हाइड्रोक्साइड) बनाते हैं।

$$Fe^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

फेरस हाइड्रोक्साइड वायुमंडल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेट फेरीक ऑक्साइड ($x H_2O$) बनता है यह हाइड्रेटेड फेरिक ऑक्साइड जंग है।

$$2Fe^{2+} + \frac{1}{2} O_2 + 2H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 4H^+$$

$$Fe_2O_3 + xH_2O \longrightarrow Fe_2O_3 \cdot x H_2O \text{ (जंग)}$$

लवण सेतु

यह एक उल्टे u आकार की नली होती है, जिसमें KCl या NH_4NO_3 तथा अगर - अगर विलयन की जेली भरी होती है, यह नली लवन सेतु कहलाती है।

लवण सेतु के कार्य ⇒

(i) इसके द्वारा दो विलयनों के मध्य विद्युत संपर्क होता है तथा विद्युत परिपथ पूर्ण होता है।

(ii) इसके कारण दोनों विलयन आपस में नहीं मिलते।

(iii) दोनों विलयनों की विद्युत-शीलता को बनाए रखना है।

Ques: 0.02 mol/L KCl विलयन की 298 K पर विशिष्ट चालकता 0.00248 $\Omega^{-1}cm^{-1}$ हो, तो मोलर चालकता की गणना कीजिए।

Solve: दिया है—

विशिष्ट चालकता = 0.00248 $\Omega^{-1}cm^{-1}$
मोलरता (सांद्रता) = 0.02 mol/L.

मोलर चालकता $(\Lambda m) = \frac{K \times 1000}{M}$

$\Lambda m = \frac{0.00248 \times 1000}{0.02}$

$\Lambda m = 124 \ \Omega^{-1} cm^{-1} mol^{-1}$

Ques: 298 K पर एक चालकता सेल जिसमें 0.001 m KCl विलयन है, का प्रतिरोध 1500 Ω है। यदि 0.001 M KCl विलयन की चालकता 298 K पर $0.146 \times 10^{-3} \ \Omega^{-1} cm^{-1}$ (विशिष्ट चालकता) हो, तो सेल स्थिरांक क्या होगा।

Solu: दिया है –

विशिष्ट चालकता $= 0.146 \times 10^{-3}$

प्रतिरोध $= 1500 \Omega$

विशिष्ट चालकता $= \frac{1}{\text{प्रतिरोध}} \times$ सेल स्थिरांक (G^*)

$G^* = K \times R$

$= 0.146 \times 10^{-3} \times 1500$

$= \boxed{0.215 \ cm^{-1}}$

$= \boxed{219 \times 10^{-3} \ cm^{-1}}$

Ques: 0.025 mol/L मेथैनोइक अम्ल (HCOOH) की चालकता $46.1 \ \Omega^{-1} cm^{-1} mol^{-1}$ है। इसकी वियोजन मात्रा एवं वियोजन स्थिरांक की गणना कीजिए।

दिया है – $\lambda^0 H^+ = 349.6 \ S cm^2 mol^{-1}$

$\lambda^0 COO^- = 54.6 \ S cm^2 mol^{-1}$

Ω^{-1}

solve: दिया है –

$$\lambda^0 H^+ = 349.6 \ S\,cm^2\,mol^{-1}$$

$$\lambda^0 COO^- = 54.6 \ S\,cm^2\,mol^{-1}$$

$$\Lambda^c m = 46.1$$

$$\Lambda^0 m = \lambda^0 H^+ + \lambda^0 HCOO^-$$

$$= 349.6 + 54.6$$

$$= 404.2$$

[वियोजन की मात्रा] $\alpha = \frac{\Lambda^c m}{\Lambda^0 m}$

$$\alpha = \frac{46.1}{404.2}$$

theboardstudy.com

वैद्युत वाहक बल या सेल विभव

"किसी विद्युत रासायनिक सेल के दोनों इलेक्ट्रॉडों के इलेक्ट्रोड विभवों का अंतर विद्युत वाहक बल (EMF) या सेल विभव (E^o_{cell}) कहलाती है।" इसे वॉल्ट में दर्शाते हैं।

विभवांतर के कारण निम्न अपचयन विभव वाले इलेक्ट्रॉड से उच्च अपचयन वाले वाले इलेक्ट्रॉड की ओर विद्युत धारा बहती है। सेल के EMF को अपचयन विभवों के अंतर के रूप में निम्न प्रकार से दर्शाया जा सकता है।

सेल या सेल विभव = कैथोड इलेक्ट्रोड का मानक अपचयन विभव − ऐनोड इलेक्ट्रोड का मानक अपचयन विभव

$$E^o_{cell} = E^o_{cathode} - E^o_{anode}$$
$$= E^o_{right} - E^o_{left}$$

उदा० -
डेनियल सेल के अर्द्ध सेलों में कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) एवं जिंक सल्फेट ($ZnSO_4$) विलयनों के सांद्रता 1 M होते हैं तथा 298 K पर इस सेल का EMF 1.10 v होता है।

Rajshree

DATE ______ PAGE NO

$$E^\circ_{cell} = 0.34 - (-0.76)$$
$$= 0.34 + 0.76$$
$$= 1.10\ V$$

विद्युत रासायनिक श्रेणी

तत्वों का मानक अपचयन विभव (E°) या SHE की तुलना में इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की क्षमता को बढ़ते क्रम में व्यवस्थित करने पर प्राप्त श्रेणी को विद्युत रासायनिक श्रेणी कहते हैं।

विद्युत रासायनिक श्रेणी के अनुप्रयोग ⇒

(i) **सेल का EMF ज्ञात करना ⇒** किसी सेल का EMF उसके कैथोड एवं एनोड के मानक अपचयन विभव (E°) का अंतर होता है।

$$EMF / E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

यदि EMF धनात्मक हो, तो सेल अभिक्रिया निर्धारित दिशा में होती है और यदि सेल का EMF ऋणात्मक हो, तो सेल की अभिक्रिया विपरीत दिशा में होती है।

(iii) सेल के साम्य अवस्था स्थिरांक की गणना करना ⇒

विद्युत रासायनिक श्रेणी की सहायता से सेल का EMF ज्ञात करके सेल के साम्य अवस्था स्थिरांक K की गणना की जा सकती है।

$$\log_{10} K_c = \frac{nE^{\circ}_{cell}}{0.0591}$$

विद्युत रासायनिक श्रेणी की विशेषताएँ ⇒

(i) श्रेणी में जो धातुएँ हाइड्रोजन से ऊपर होती हैं, वे अम्लों से क्रिया कर हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करती हैं।

(ii) यह श्रेणी तत्वों के मानक अपचयन विभव अर्थात् इलेक्ट्रोड ग्रहण करने की क्षमता प्रदर्शित करती है, जिन तत्वों के E° ऋणात्मक हैं अर्थात् वे इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति रखते हैं।

(iii) श्रेणी में जो धातुएँ पहले आती हैं, वे नीचे आने वाली धातुओं को उनके लवणों से विस्थापित कर देती हैं।

(iv) श्रेणी में सबसे ऊपर प्रबल अपचायक उपस्थित होते हैं, क्योंकि उनमें इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति होती है। तथा श्रेणी में सबसे नीचे प्रबल ऑक्सीकारक होते हैं, क्योंकि उनमें इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है।

theboardstudy.com

$$\left\{\begin{array}{l} \log m^n = n \log m \\ \log mn = \log m + \log n \\ \log \frac{m}{n} = \log m - \log n \end{array}\right\}$$

उदा —

$Li = -3.05 V$

$F_2 = +2.87 V$

NCERT Que: pH = 10 के विलयन के संपर्क वाले हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड के विभव का परिकलन कीजिए।

Solve: दिया है —

$$pH = 10$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-10}$$

$$E = E^0 - \frac{0.0591}{n} \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

$$= 0 - \frac{0.0591}{1} \log_{10} \frac{1}{[10^{-10}]}$$

$$= -0.0591 \log_{10} [10^{10}]$$

$$= -0.0591 \times 10 \log_{10} 10$$

$$\because [\log_{10} 10 = 1]$$

$$= -0.0591 \times 10$$

$$= -0.591 V$$

वैद्युत अपघट्य की तनुता बढ़ाने पर विशिष्ट चालकता (K) घटेगी और मोलर चालकता (Λ_m) बढ़ेगी।

H_2O की मोलर चालकता

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$
(A) (B) (C) (D)

$$\Lambda^0_{m\,H_2O} = \Lambda^0_{m\,HCl} + \Lambda^0_{m\,NaOH} - \Lambda^0_{NaCl}$$

$$= \lambda^0_{H^+} + \lambda^0_{Cl^-} + \lambda^0_{Na^+} + \lambda^0_{OH} - \lambda^0_{Na^+} - \lambda^0_{Cl}$$

$$= \lambda^0_{H^+} + \lambda^0_{OH^-}$$

मरक्यूरी सेल एक प्रकार का प्राथमिक सेल होता है, तथा इसका उपयोग हाथ की घड़ियों तथा कान की मशीनों में किया जाता है।

कॉलराउश का नियम (अनुप्रयोग 2) 75
फैराडे के विद्युत अपघटन के नियम (2) 79
विशिष्ट चालकता 69
मोलर, तुल्यांकी चालकता 72/73.
मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड 45
डेनियल सेल 32.
नर्नस्ट समीकरण। 38

विद्युत रासायनिक सेल & अपघटनीय सेल में अंतर 37