অধ্যায় ০৪

তড়িৎ রসায়ন

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	টাইপ	ভর্তি পরীক্ষায় যে বছর প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written
✪	Q. Type-01		KUET' 19-20
✪✪✪	Q. Type-02	BUET' 13-14, KUET' 15-16, 18-19, 11-12, BUTEX' 16-17, 13-14	BUET' 16-17, 11-12, BUTEX' 04-05
✪✪✪	Q. Type-03	BUET' 10-11, CKRUET' 20-21, KUET' 16-17, 14-15, 13-14, 11-12, 10-11, RUET' 14-15, 13-14, 10-11, CUET' 13-14, 08-09, 03-04, BUTEX' 14-15, 16-17, 13-14, IUT' 18-19, 14-15, 11-12, 10-11, 08-09	BUET' 20-21, 19-20, 18-19, 17-18, 11-12, 01-02, 03-04, 02-03, KUET' 04-05, 05-06, RUET' 1-20, 15-16, 07-08, 06-07, 04-05, 03-04, CUET' 08-09, 03-04, BUTEX' 18-19, 11-12, 10-11, 09-10, 08-09, 06-07
✪	Q. Type-04	BUET' 12-13, 11-12	BUET' 14-15
✪✪✪	Q. Type-05	BUET' 18-19, 17-18, 13-14, 11-12	BUET' 18-19, CKRUET' 21-22, KUET' 19-20, 07-08, 03-04, BUTEX 21-22, 18-19, CUET' 03-04,
✪✪✪	Q. Type-06	KUET' 04-05, RUET' 14-15, 10-11, CUET' 15-16, 11-12, IUT' 18-19, 11-12, 10-11	BUET' 16-17, 02-03, KUET' 04-05, RUET' 09-10, 08-09, 06-07, 05-06, 03-04, CUET' 05-06, 04-05, IUT' 18-19, 11-12, 10-11
✪✪	Q. Type-07	KUET; 10-11	BUET' 12-13, KUET' 04-05, CUET' 04-05

Question Type-01: তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা

➲ **Concept:**

➢ আপেক্ষিক পরিবাহিতা: $\kappa = \frac{L}{RA}$

একক: $ohm^{-1}\ cm^{-1}$ অথবা Sm^{-1}

➢ তুল্য পরিবাহিতা: $\Lambda = \frac{1000\ \kappa}{ce}$

একক : $\Omega^{-1}cm^2\ (g-eqiv)^{-1}$

➢ মোলার পরিবাহিতা: $\Lambda_m = \frac{1000\ \kappa}{c}$

একক : $\Omega^{-1}cm^2\ mol^{-1}$

এখানে, L = তড়িৎদ্বার দুইটির মধ্যবর্তী দূরত্ব

A = তড়িৎদ্বারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

R = তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের রোধ

c = তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের ঘনমাত্রা

e = তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য সংখ্যা

Written

01. 25^oC তাপমাত্রা ও অসীম লঘুতায় একটি এক ক্ষারকীয় দুর্বল এসিডের তুল্য পরিবাহিতা $388.5\ ohm^{-1}\ cm^2\ equiv^{-1}$। বিয়োজন মাত্রা 6% হলে 0.1 M দ্রবণের আপেক্ষিক পরিবাহিতা বের কর। **[KUET'19-20]**

সমাধান: এখানে, κ = আপেক্ষিক পরিবাহিতা, c = মোলার ঘনমাত্রা = 0.1 M, e = তুল্য সংখ্যা = 1 [∵ এক ক্ষারকীয় এসিড]

তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000}{ce} \Rightarrow \kappa = \frac{\Lambda ce}{1000} = \frac{388.5\times0.1\times1}{1000} = 0.03885\ ohm^{-1}cm^{-1}$

নোট: অসীম লঘুতায় দুর্বল এসিডও সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়।

Question Type-02: তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষ

➲ **Concept:**

তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষে তড়িৎ শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

◆ বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের তড়িৎ বিশ্লেষণে প্রাপ্ত উৎপাদ:

তড়িৎবিশ্লেষ্য	ক্যাথোড		অ্যানোড	
	উৎপাদ	বিক্রিয়া	উৎপাদ	বিক্রিয়া
NaCl(গলিত)	Na	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	Cl_2	$Cl^- - e^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2$
$PbCl_2$ (গলিত)	Pb	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	Cl_2	$2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$
NaCl (aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	Cl_2	$2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$
KI(aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- = H_2$	I_2	$2I^- - 2e^- \rightarrow I_2$
$MgBr_2$(aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- = H_2$	Br_2	$2Br^- - 2e^- \rightarrow Br_2$
H_2SO_4(aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- = H_2$	O_2	$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2$
KNO_3(aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	O_2	$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2$
NaOH(aq)	H_2	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	O_2	$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2$
$CuSO_4$(aq)	Cu	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	O_2	$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2$

- ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ: ধাতু সমূহের জারণ বিভবের নিম্নক্রম ও বিজারণ বিভবের উচ্চক্রম অনুসারে সাজানো হয়েছে।

লি	কে	বা	কা	নার	ম্যাজিক	এলে	ম	যেন	ফিরে	কে	কে	নীল	সোনা	পাবে
Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb
হায়	কুলাঙ্গার	হাজী	আজি	পিটাবে	আমায়									
H	Cu	Hg	Ag	Pt	Au									

সক্রিয়তা সিরিজে যে ধাতুর অবস্থান যত উপরে, সেই ধাতুর সক্রিয়তা তত বেশি।
সক্রিয়তা সিরিজে উপরের ধাতু: অ্যানোড, নিচের ধাতু: ক্যাথোড

MCQ

01. ব্রাইন দ্রবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হলে নিচের কোনটি উৎপন্ন হবে? **[KUET'15-16, 18-19]**

(i) Cl_2 গ্যাস (ii) H_2 গ্যাস (iii) O_2 গ্যাস (iv) NaOH(aq)

(a) i, ii (b) i, iii (c) i, iv (d) ii, iv (e) i, ii, iv

সমাধান: (e); ব্রাইনকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে ক্যাথোডে H_2, অ্যানোডে Cl_2 এবং দ্রবণে NaOH উৎপন্ন হয়।

02. জিংক সালফেটের দ্রবণে কোনটি যোগ করলে কঠিন জিংক পাওয়া যাবে? **[BUTEX'16-17]**

(a) Al(s) (b) Cu(s) (c) Fe(s) (d) Sn(s)

সমাধান: (a); জিংকের চেয়ে Al বেশি সক্রিয়। তাই $ZnSO_4$ দ্রবণে Al যোগ করলে তা Zn কে প্রতিস্থাপন করতে পারবে।

03. একটি ইলেকট্রোলাইটিক কোষে নিষ্ক্রিয় তড়িৎদ্বারের উপস্থিতিতে সোডিয়াম ব্রোমাইড এর জলীয় দ্রবণের মধ্য দিয়ে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হলে উৎপন্ন হবে– **[Ans: c] [KUET'15-16]**

(a) Na এবং Br_2 (b) Na এবং O_2 (c) H_2, Br_2 এবং NaOH (d) Na এবং H_2 (e) H_2 এবং O_2

04. যে কোষ তড়িৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে, তাকে বলা হয়– **[Ans: a] [BUET'13-14]**

(a) তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষ (b) গ্যালভানিক কোষ (c) জ্বালানী কোষ (d) ড্যানিয়েল কোষ

05. পটাশিয়াম নাইট্রেটের একটি জলীয় দ্রবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে নিম্নের কোন গ্যাস/গ্যাসসমূহ উৎপন্ন হবে?

(a) H_2/NO_2 (b) O_2/NO_2 (c) NO_2 (d) H_2/O_2

সমাধান: (d); $OH^- > NO_3^-$ এবং $K^+ > H^+$ **[BUET'13-14]**

$\therefore OH^-$এবং H^+ এর চার্জমুক্ত হওয়ার প্রবণতা বেশি। তাই H_2 এবং O_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$[4\,OH^- = 2H_2O + O_2 + 4e^-; 2H^+ + 2e^- = H_2]$

06. লোহাকে মরিচার হাত থেকে রক্ষার জন্য কোন ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়? **[BUTEX'13-14]**

(a) Zn (b) Hg (c) Pb (d) Mn

সমাধান: (a); লোহার উপর Zn এর প্রলেপনকে গ্যালভানাইজিং বলে।

07. নিচের কোন ব্যাটারি রিচার্জেনল? **[Ans: d] [KUET'11-12]**

(a) Al > C > Cr > Co > Mn (b) Cd > Co > Sn > Hg > Pb

(c) Mn > Zn > Fe > Cd > Cr (d) Cu > Hg > Ag > Pt > Au

(e) Li > Na > Al > Ca > Mg

Written

08. একটি লোহার টিউবকে জিংক দিয়ে প্রলেপ দিতে হবে। এ সম্পর্কিত নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও। **[BUET'16-17]**

(a) কোন ধাতু ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করতে হবে?

(b) কোন ধাতু অ্যানোড হিসেবে ব্যবহার করতে হবে?

(c) কোন ইলেকট্রোড থেকে বহিঃস্থ সার্কিটে ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে?

(d) অ্যানোড-এ সংঘটিত ইলেকট্রোড বিক্রিয়াটি লিখ।

(e) ক্যাথোড-এ সংঘটিত ইলেকট্রোড বিক্রিয়াটি লিখ।

সমাধান: (a) লোহা (b) জিংক (c) অ্যানোড তথা জিংক ইলেকট্রোড

(d) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (e) $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$

09. একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষে একটি লৌহ দণ্ডকে নিকেল দিয়ে তড়িৎ প্রলেপন করতে হবে। এ সম্পর্কিত নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

(i) কোন ধাতুটি ক্যাথোড হিসাবে ব্যবহার করতে হবে? **[BUET'11-12]**

সমাধান: লৌহ দণ্ড

(ii) কোন ধাতুটি অ্যানোড হিসাবে ব্যবহার করতে হবে?

সমাধান: নিকেল

(iii) কোন ইলেকট্রোড থেকে বহিঃস্থ সার্কিটে ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে?

সমাধান: অ্যানোড (নিকেল দণ্ড) থেকে

(iv) অ্যানোডের ইলেকট্রোড বিক্রিয়াটি লিখ।

সমাধান: $Ni - 2e^- = Ni^{2+}$

(v) ক্যাথোডের ইলেকট্রোড বিক্রিয়াটি লিখ।

সমাধান: $Ni^{2+} + 2e^- = Ni$

10. ইলেকট্রোপ্লেটিং কী? ইলেকট্রোপ্লেটিং এর ব্যবহার লিখ। **[BUTEX'04-05]**

সমাধান: ইলেকট্রোপ্লেটিংঃ তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে অধিক সক্রিয় ধাতুর তৈরি জিনিসপত্রের উপর অন্য একটি কম সক্রিয় ধাতুর প্রলেপ সৃষ্টি করাকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলে।

ব্যবহারঃ সাধারণত লোহার তৈরি জিনিসপত্রে বাতাস ও জলীয় বাষ্পের ক্রিয়ায় সহজেই মরিচা ধরে। ফলে এরা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। নিকেল বা ক্রোমিয়াম প্রলেপযুক্ত হলে লোহা বাতাসের সংস্পর্শে আসে না, ফলে মরিচাও ধরে না, তাই ক্ষয় প্রাপ্ত হয় না।

Question Type-03: ফ্যারাডের সূত্র

➲ **Concept:**

♦ **প্রথম সূত্র:**

তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় যে কোনো তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণের সমানুপাতিক।

$\therefore W \propto Q \Rightarrow W = ZQ = ZIt = \frac{MIt}{eF}$

W = তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থের ভর, I = তড়িৎ প্রবাহ, t = প্রবাহের ক্রিয়াকাল,

Z = তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক $= \frac{M}{eF}$, e = আদান-প্রদানকৃত e^- সংখ্যা। তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক Z এর একক: gC^{-1}

$Q = neF, It = neF$

তড়িৎ বিশ্লেষণের পর ঘনমাত্রা নির্ণয়

তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের প্রাথমিক ঘনমাত্রা S_1 এবং আয়তন V হলে, তড়িৎ বিশ্লেষণের পর দ্রবণের অবশিষ্ট মোলসংখ্যা

$n' = S_1V - \frac{It}{eF}$ $\therefore$ তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় তার দ্রবণের ঘনমাত্রা $S_2 = \frac{n'}{V}$

অথবা, সরাসরি সূত্র: তড়িৎ বিশ্লেষণের পর দ্রবণের ঘনমাত্রা, $S_2 = \frac{S_1V - \frac{It}{eF}}{V}$

♦ **দ্বিতীয় সূত্র:**

যদি বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয়, তবে বিভিন্ন তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থগুলোর ভরের পরিমাণ তাদের নিজ নিজ রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সমানুপাতিক হবে।

অর্থাৎ, $W \propto E$; $\frac{W_1}{E_1} = \frac{W_2}{E_2}$; E = রাসায়নিক তুলাঙ্ক $= \frac{M}{e}$

MCQ

01. গলিত $CaCl_2$ থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে 20 g ক্যালসিয়াম ধাতু নিষ্কাশনে কত কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রয়োজন হবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 94600 (b) 96500 (c) 48250 (d) 19300 (e) 95600

সমাধান: **(b)**; $W = \frac{MQ}{eF} \Rightarrow Q = \frac{WeF}{M} = \frac{20\times2\times96500}{40} = 96500C$

02. 13.5 gm Al^{3+} আয়নকে ধাতব Al এ পরিণত করতে কতটি ইলেকট্রন দরকার হবে? **[CKRUET'20-21]**

(a) 9.03×10^{23} (b) 3.01×10^{23} (c) 9.03×10^{24} (d) 3.01×10^{24} (e) 6.01×10^{3}

সমাধান: **(a)**; $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

27 g Al^{3+} পেতে e^- দরকার $3 \times 6.023 \times 10^{23}$

$\therefore$ 13.5 g Al^{3+} পেতে e^- দরকার $= \left(3 \times 6.023 \times 10^{23} \times \frac{13.5}{27}\right) = 9.03 \times 10^{23}$

03. 50 মিনিট ধরে 0.20 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হওয়ায় 0.20 গ্রাম কপার জমা হয়। কপারের রাসায়নিক তুল্য ওজন কত? **[CKRUET'20-21]**

(a) 3.23×10^{-7} kg C^{-1} (b) 2.33×10^{-7} kg C^{-1}

(c) 3.33×10^{-7} kg C^{-1} (d) 4.31×10^{-7} kg C^{-1}

(e) 3.00×10^{-7} kg C^{-1}

সমাধান: **(c)**; $W = ZIt \Rightarrow Z = \frac{W}{It} = \frac{0.2\times10^{-3}\text{ kg}}{0.2A\times50\times60\text{ s}} = 3.33 \times 10^{-7}$ kg C^{-1}

04. Atomic mass of Na and Ca are 23 and 40, respectively. Equal amount of electricity is passed through NaCl and $CaCl_2$ solution. What amount of Ca will be deposited if 2.3 gm of Na is deposited on cathode? **[IUT'18-19]**

(a) 4 gm (b) 3 gm (c) 2 gm (d) 1 gm

সমাধান: **(c)**; According to Faraday's Second Law: $W \propto E$ [Q constant]

$\Rightarrow \frac{W_{Ca}}{E_{Ca}} = \frac{W_{Na}}{E_{Na}} \Rightarrow \frac{W_{Ca}}{W_{Na}} = \frac{M_{Ca}}{e_{Ca}} \times \frac{e_{Na}}{M_{Na}} \therefore \left[E = \frac{M}{e}\right]$

$\Rightarrow W_{Ca} = 2$ g

05. 80 cc 0.1 M $Fe_2(SO_4)_3$ দ্রবণে 1.0 amp কারেন্ট প্রবাহিত করে সম্পূর্ণরূপে $FeSO_4$ এ বিজারিত করতে কত সেকেন্ড সময় লাগবে? **[KUET'16-17]**

(a) 772 (b) 7720 (c) 1233 (d) 1544 (e) 15440

সমাধান: (d); $nFe^{3+} = \frac{80}{1000} \times 0.1 \times 2 = 0.016$ mol, $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$

$It = heF$, $t = \frac{neF}{I} = \frac{0.016\times1\times96500}{1} = 1544$ S

06. লঘু HCl দ্রবণে 2 F বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে STP তে ক্যাথোডে উৎপন্ন H_2 গ্যাসের আয়তন কত হবে? **[BUTEX'16-17]**

(a) 22.4 L (b) 24.78 L (c) 25 L (d) 28 L

সমাধান: (a); 1 mole H_2 এর জন্য 2 F লাগে। আর STP তে 1 mole $H_2 \equiv 22.4$ L

07. একটি তামার তারের ভেতর দিয়ে 15 min ধরে 0.1 mA বিদ্যুৎ চালনা করলে কতটি ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে? **[CUET'15-16]**

(a) 4.84×10^{17} (b) 8.60×10^{18} (c) 2.31×10^{19} (d) 5.62×10^{17}

সমাধান: (d); $Q = It = (0.1 \times 10^{-3} \times 15 \times 60)$ C

1 টি e^- এর জন্য চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$ C $\therefore$ ইলেকট্রনের সংখ্যা $= \frac{0.1\times10^{-3}\times15\times60}{1.6\times10^{-19}}$ টি $= 5.62 \times 10^{17}$ টি

08. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও ক্রায়োলাইটের গলিত মিশ্রণে 1.0×10^5 A বিদ্যুৎ আট ঘণ্টা যাবৎ চালনা করলে কত কিলোগ্রাম অ্যালুমিনিয়াম উৎপন্ন হবে? **[CUET'15-16]**

(a) 268.6 kg (b) 307.6 kg (c) 9.95 kg (d) 805.8 kg

সমাধান: (a); $\underset{1\text{ mol}}{Al^{3+}} + \underset{3F}{3e^-} \rightarrow \underset{1\text{ mol}}{Al}$; $Q = It = (10^5 \times 8 \times 3600)$ C $= \frac{10^5\times8\times3600}{96500}$ F $= 29844.56$ F

$\therefore w = \frac{29844.56}{3}$ mol $= \left(\frac{29844.56}{3} \times 27\right)$ gm $= 268.6$ kg

09. জিংক সালফেট দ্রবণের মধ্যে 3.25 amp বিদ্যুৎ কতক্ষণ চালনা করলে 4.405 gm জিংক সঞ্চিত হবে? **[KUET'14-15]**
[At. Wt. of Zn = 65.40]
(a) 33.33 min (b) 66.66 min (c) 1999.91 min (d) 99.99 min (e) 62.65 min
সমাধান: (b); $Q = neF \Rightarrow 3.25 \times t = \frac{4.405}{65.4} \times 2 \times 96500 \Rightarrow t = 66.66$ min

10. $Ni(NO_3)_2$ দ্রবণে 5 অ্যাম্পিয়ার শক্তির বিদ্যুৎ 30 মিনিট যাবৎ চালনা করা হলো। ক্যাথোডে কী পরিমাণ নিকেল জমা হবে? **[RUET'14-15]**
[Ni = 58.7]
(a) 2.700 g (b) 2.730 g (c) 2.737 g (d) 2.8 g (e) None
সমাধান: (c); $W = \frac{Mit}{eF} = \frac{58.7 \times 5 \times 30 \times 60}{2 \times 96500} = 2.737$ g

11. সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে 1.2 A প্রবাহমাত্রা 20 মিনিট ধরে চালনা করলে ক্যাথোডে 106.66 gm রূপা জমা হয়। রূপার তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক কত? **[RUET'14-15]**
(a) 74.069×10^9 kg/C (b) 74.069×10^6 kg/C
(c) 74.069×10^{11} kg/C (d) 74.069×10^{13} kg/C (e) None
সমাধান: (e); $Z = \frac{w}{it} = \frac{106.66 \times 10^{-3}\ kg}{1.2 \times 20 \times 60\ C} = 74.069 \times 10^{-6}$ kg/C

12. 63.5 gm Cu ক্যাথোডে সঞ্চিত হতে কি পরিমাণ বিদ্যুৎ চার্জ ব্যয়িত হবে? **[CUET'14-15]**
(a) 96.500 C (b) 1 F (c) 2 F (d) 3 F
সমাধান: (c); $Cu^{2+} + \underset{2F}{2e^-} \rightarrow \underset{63.5g}{Cu(s)}$ ∴প্রয়োজনীয় চার্জ 2 F

13. Ag এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক এর মান কত? **[BUTEX'14-15]**
(a) 0.0000104 (b) 0.000329 (c) 0.000287 (d) 0.001118
সমাধান: (d); $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$; $W = ZIt = ZQ$
$\Rightarrow 108 \times 10^{-3} = Z \times 96500 \Rightarrow Z = 0.000001118\ kgC^{-1} = 0.001118\ gC^{-1}$.

14. $AlCl_3$ দ্রবণে কত বিদ্যুৎ চালনা করলে এক মোল Al সঞ্চিত হবে? **[BUTEX'14-15]**
(a) 0.33 F (b) 1 F (c) 3 F (d) 6 F
সমাধান: (c); $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$; 1 mol Al জমা করতে 3 F বিদ্যুৎ লাগবে।

15. If a current of 5A is passed through a $CuSO_4$ solution for 15 minutes, the amount of copper will be deposited on the cathode will be– [Cu = 63.5] **[IUT'14-15]**
(a) 1.48g Cu (b) 2.48g Cu (c) 0.148g Cu (d) 1.28g Cu
Solution: (a); $W = Zit = \frac{M}{nF}it = \frac{63.5}{2 \times 96500} \times 5 \times 15 \times 60 = 1.48$ g Cu

16. তুঁতের দ্রবণে 7.50 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ 50 মিনিট ধরে প্রবাহিত করলে তড়িৎদ্বারে কী পরিমাণ কপার জমা হবে? (কপারের পারমাণবিক ভর = 63.5) **[KUET'13-14, RUET'13-14]**
(a) 3.70 gm (b) 14.80 gm (c) 7.40 gm (d) 0.246 gm (e) 0.123 gm
সমাধান: (c); $Q = It = (7.5 \times 50 \times 60)$ C; আমরা জানি, $W = ZIt = 7.40$ gm

17. ক্রোমিয়াম সালফেট দ্রবণে 0.0422 A বিদ্যুৎ 1 hr যাবৎ প্রবাহিত করার ফলে ক্যাথোডে 0.0275 g ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হয়। ক্রোমিয়াম আয়নের চার্জ কত? **[BUTEX'13-14]**
(a) +2 (b) +3 (c) +4 (d) +5
সমাধান: (b); $W = \frac{MIt}{eF} \Rightarrow e = \frac{MIt}{WF} \approx 3$

18. 5.0 M ব্লু-ভিট্রিওল দ্রবণের মধ্য দিয়ে 10 minutes ধরে 500 mA কারেন্ট চালনা করা হল। কতটি কপার পরমাণু জমা পড়বে?
(a) 0.0987 (b) 0.000329 (c) 0.987 (d) 9.8×10^{23} (e) 1.87×10^{21}
সমাধান: (No correct answer); $Z = \frac{63.5}{2\ F}$ ∴ $W = \frac{63.5}{2\ F} \times 0.5 \times 600 = 0.0987$ g **[KUET'11-12]**
0.0987 g Cu এ Cu পরমাণু আছে $6.023 \times 10^{23} \times \frac{0.0987}{63.5}$ টি $= 9.36 \times 10^{20}$

19. $AuCl_3$ এর মধ্য দিয়ে 2.50 ampere বিদ্যুৎ 30 মিনিট ধরে প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে কী পরিমাণ gold জমা হবে?

(a) 9.18 g (a) 0.02 g (c) 0.15 g (d) 3.06 g (e) 1.53 g

সমাধান: (d); $Z = \frac{M}{3F} = \frac{197}{3F} \therefore W = \frac{197}{3\times96500} \times 2.5 \times 30 \times 60 = 3.06\ g$ **[KUET'11-12]**

20. If 0.5A current is passed through silver nitrate solution for 3 mins and 20 s, 0.1183 g of silver is deposited. What is the chemical equivalent of silver? **[IUT'11-12]**

(a) 2.183×10^{-6} kg-C^{-1} (b) 0.183×10^{-6} kg-C^{-1} (c) 1.56×10^{-6} kg-C^{-1} (d) 1.183×10^{-6} kg-C^{-1}

Solution: (d); $W = ZIt \Rightarrow Z = \frac{W}{It} = \frac{0.1183\times10^{-3}}{0.5\times(3\times60+20)} = 1.183 \times 10^{-6}\ kgC^{-1}$

21. How much current is required to release 10gm of iodine from a KI solution in 1 hour? **[IUT'11-12]**

(a) 3 A (b) 4.22 A (c) 2.11 A (d) 1.22 A

Solution: (c); $10 = \frac{127\times2}{2\times96500} \times 60 \times 60 \times I \Rightarrow I = 2.11\ A$

22. সিলভার নাইট্রেট এর জলীয় দ্রবণের মধ্যে 0.2 A বিদ্যুৎ 30 min সময় ধরে চালনা করলে কী পরিমাণ সিলভার জমা হবে? (সিলভরের পারমানবিক ভর = 108). **[BUET'10-11]**

(a) 0.108 g (b) 0.430 g (c) 0.403 g (d) 0.540 g

Solution: (c); $W = \frac{Mit}{eF} = \frac{108\times0.2\times30\times60}{1\times96500} = 0.403\ g$

23. সালফিউরিক এসিডের লঘু দ্রবণে 2.5 ampere শক্তির কারেন্ট কতক্ষণ চালনা করলে আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে 600 mL H_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে? **[KUET'10-11]**

(a) 30.46 min (b) 32.46 min (c) 34.46 min (d) 36.46 min (e) 38.46 min

সমাধান: (c); $it = nFe = 2.5 \times t = \frac{600}{22400} \times 2 \times 96500 \therefore t = 34.46\ min$

24. একটি তামার তারের মধ্যে দিয়ে 0.001 sec ধরে 0.001 mA তড়িৎ চালনা করলে কতটি ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে? **[RUET'10-11]**

(a) 6.24×10^9 (b) 3.52×10^8 (c) 2.56×10^{10} (d) 4.6×10^9 (e) 9.5×10^9

সমাধান: (a); $\therefore n = \frac{Q}{e^-} = \frac{10^{-9}}{1.6\times10^{-19}} = 6.25 \times 10^9; Q = it = \frac{0.001}{1000} \times 0.001 = 10^{-19}\ C$

25. 5.0 amp তড়িৎ 60 min ধরে $CuSO_4$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে চালনা করলে কী পরিমান কপার জমা হবে? **[CUET'10-11]**

(a) 0.987 g (b) 5.922 g (c) 59.22 g (d) None of these

সমাধান: (b); $W = \frac{MIt}{nF} = \frac{63.5\times5\times60\times60}{2\times96500} = 5.922\ g$

26. $CaCl_2$ এর দ্রবণে 25.0 mA তড়িৎ 60 sec ধরে প্রবাহিত করা হলে কতটি Ca পরমাণু ইলেকট্রোডে জমা হবে? **[CUET'10-11]**

(a) 4.68×10^{18} (b) 9.36×10^{18} (c) 9.36×10^{36} (d) None of these

সমাধান: (a); $W = \frac{MIt}{xF} \therefore n = \frac{W}{M} = \frac{It}{xF} = \frac{25\times10^{-3}\times60}{2\times96500} = 7.772 \times 10^{-6}\ mol$

$\therefore$ অণুর সংখ্যা $= 7.772 \times 10^{-6} \times 6.023 \times 10^{23} = 4.68 \times 10^{18}$

27. সিলভার নাইট্রেট এর জলীয় দ্রবণের মধ্যে 0.2A বিদ্যুৎ 30 mm সময় ধরে চালনা করলে কী পরিমাণ সিলভার জমা হবে?

(a) 12 gm (b) 5.92 gm (c) 8 gm (d) 9 gm **[IUT'10-11]**

Solution: (b); $W = \frac{63.5}{2\times96500} \times 10 \times 30 \times 60 = 5.92\ gm$

28. The density of Cu is 94 g/cm^3. The quantity of electricity needed to plate an area $10 \times 10\ cm^2$ to a thickness of 10^{-2} cm using $CuSO_4$ solution is- **[IUT'08-09]**

(a) 13586 C (b) 27292.4 C (c) 40758 C (d) 20348 C

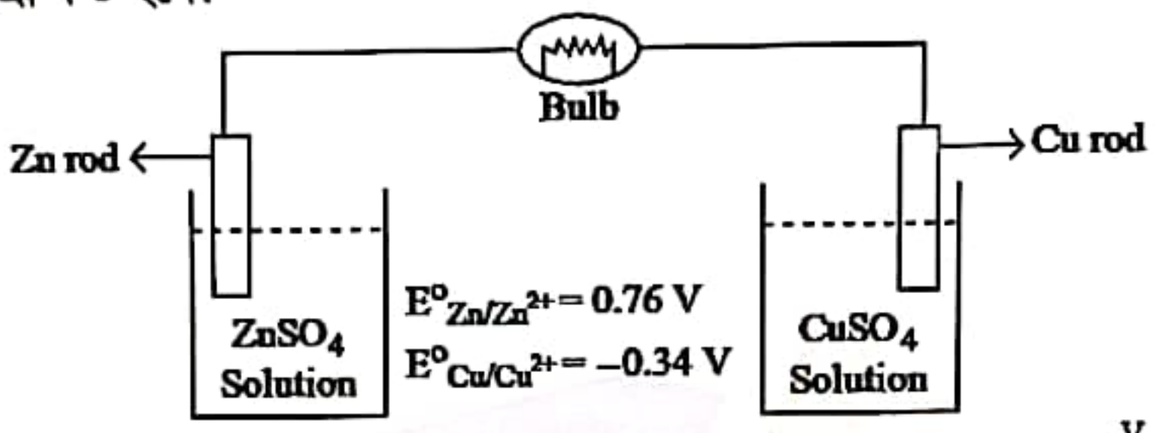
Solution: (b); $W = ZQ \Rightarrow \rho V = Z \times Q \Rightarrow 8.94 \times (10 \times 10) \times (10^{-2}) = \frac{63.5}{2\times96500} \times Q \Rightarrow Q = 27171.97\ C$

Written

29. যদি H_2SO_4এর লঘু দ্রবণের মধ্য দিয়ে Pt তড়িৎদ্বারের মাধ্যমে একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে 1 ঘণ্টা বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, তাহলে STP-তে 300 mL H_2 (g) উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎপ্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[BUET'20-21]**

সমাধান: $n = \frac{It}{eF} \Rightarrow \frac{PV}{RT} = \frac{It}{eF} \Rightarrow I = \frac{PV\,eF}{RT\,t} \Rightarrow I = \frac{1\times\frac{300}{1000}\times2\times96500}{0.0821\times273\times3600}\ A = 0.72\ A$ (প্রায়)

30. নিচের কোষটি ব্যবহারের পূর্বে এর মধ্যে 250 mL of 0.35 M $CuSO_4$ দ্রবণ ছিল। বাল্বের রোধ 50 Ω হলে 20 ঘণ্টা ব্যবহারের পর $CuSO_4$ দ্রবণের ঘনমাত্রা কত হবে? **[BUET'19-20]**



সমাধান: $V = E^o = E^o_{Zn/Zn^{2+}} + E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0.76 + 0.34 = 1.1\ V\ ;\ V = IR \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{1.1}{50}\ A$

∴ পরিবর্তিত ঘনমাত্রা $= S_2 = \frac{S_1V - \frac{It}{eF}}{V} = \frac{0.35\times0.25 - \frac{\frac{1.1}{50}\times20\times3600}{2\times96500}}{0.25} = 0.31717\ M$

$CuSO_4$ দ্রবণের ঘনমাত্রা কমবে।

31. সোডিয়াম এবং ক্যালসিয়ামের পারমাণবিক ভর যথাক্রমে 23 এবং 40। NaCl এবং $CaCl_2$ এর দ্রবণের মধ্য দিয়ে সমান পরিমাণ বিদ্যুৎ চালনা করা হলো। এতে ক্যাথোডে 2.3 gm সোডিয়াম জমা হলে কত গ্রাম ক্যালসিয়াম জমা হবে? এ প্রক্রিয়ায় কী পরিমাণ বিদ্যুৎ চালনা করা হয়েছিল? **[RUET'19-20]**

সমাধান: $W = ZQ = \frac{M}{n\times96500} \times Q\ [M^{n+} + ne^- \rightarrow M]$

Q স্থির থাকলে $W \propto \frac{M}{n}$

∴ $\frac{W_{Ca}}{W_{Na}} = \frac{M_{Ca}}{M_{Na}} \times \frac{n_{Na}}{n_{Ca}} = \frac{40}{23} \times \frac{1}{2} \Rightarrow W_{Ca} = \frac{20}{23} \times 2.3 = 2\ gm$

∴ বিদ্যুৎ চালনা করা হয়েছিল $Q = \frac{W_{Na}\times n_{Na}\times96500}{M_{Na}} = \frac{2.3\times1\times96500}{23} = 9650\ C$

32. কপারের তৈরি অলংকারের উপর 0.1 mm পুরু সোনার প্রলেপ দিতে 0.5 A বিদ্যুৎ প্রবাহ কত সময় ধরে চালনা করতে হবে? সোনার ঘনত্ব $= 19 \times 10^3\ kgm^{-3}$ এবং অলংকারের প্রস্থচ্ছেদ $= 20\ cm^2$, সোনার তড়িৎ রাসায়নিক সমতুল $= 6.38 \times 10^{-7}\ kgC^{-1}$। **[RUET'19-20]**

সমাধান: সোনার প্রলেপের আয়তন, $V = 20 \times 10^{-4} \times 0.1 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-7}\ m^3$

সোনার প্রলেপের ভর, $w = \rho V = 19 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-7}\ kg = 3.8 \times 10^{-3}\ kg$

∴ চার্জ প্রয়োজন, $Q = \frac{3.8\times10^{-3}kg}{6.38\times10^{-7}kgC^{-1}} \Rightarrow It = 5956.11 \Rightarrow t = \frac{5956.11}{0.5} = 11912.23\ s = 3.31\ hr$

33. $200\ cm^2$ ক্ষেত্রফলের পৃষ্ঠতল বিশিষ্ট একটি ধাতব কাপের উপর 0.2 mm পুরুত্বের রূপার প্রলেপ দেয়া প্রয়োজন। রূপার ঘনত্ব $1.05 \times 10^4\ kg/m^3$। যদি 12.5 A বিদ্যুৎ প্রবাহ করা হয় তাহলে উক্ত প্রলেপ দিতে ধাতব কাপটিকে কতক্ষণ ইলেকট্রোলাইটিক ট্যাংকে রাখতে হবে? [Ag = 107.86 g/mole] **[BUET'18-19]**

সমাধান: $W = V\rho = Ad\rho = 200 \times 10^{-4} \times 0.2 \times 10^{-3} \times 1.05 \times 10^4 = 0.042\ kg$

∴ $W = 42\ g;\ Q = neF \Rightarrow It = \frac{W}{M}eF\ \therefore t = \frac{WeF}{IM} = \frac{42\times1\times96500}{12.5\times107.86} = 3006.119\ s$ **(Ans.)**

34. 200 mL 0.5 M Cu^{2+} ক্যাথোড দ্রবণে 2 amp তড়িৎ 30 min চালনা করলে দ্রবণের ঘনমাত্রা কত হবে? [Cu = 63.5]

সমাধান: $Q = neF;\ n = \frac{Q}{eF} = \frac{2\times30\times60}{2\times96500} = 0.019$ mole **[BUTEX'18-19]**

ক্যাথোডে বিক্রিয়া: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে দ্রবণের ঘনমাত্রা পরিবর্তিত হবে; দ্রবণে মোল সংখ্যা, $200 \times 10^{-3} \times 0.5 = 0.1$ mole

পরিবর্তিত মোল সংখ্যা $= (0.1 - 0.019) = 0.081$ mole

∴ পরিবর্তিত ঘনমাত্রা $= \frac{0.081}{200\times10^{-3}} = 0.405\ M$ **(Ans.)**

বিকল্প সমাধান: তড়িৎ বিশ্লেষণের পর দ্রবণের ঘনমাত্রা, $S_2 = \frac{S_1V - \frac{It}{eF}}{V} = \frac{0.5\times0.2 - \frac{2\times30\times60}{2\times96500}}{0.2} = 0.4067\ M$

35. Au তড়িৎদ্বারের মধ্য দিয়ে $AuCl_4^-$ আয়নের দ্রবণে অপরিবর্তনীয় তড়িৎ প্রবাহিত করা হল। 10.0 মিনিট পর ক্যাথোডের ভর 1.314 gm বৃদ্ধি পেলে তড়িৎ প্রবাহের মান বাহির কর। (Au এর পারমাণবিক ভর = 197) **[BUET'17-18]**

সমাধান: ক্যাথোডে বিক্রিয়াঃ $Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$

বিক্রিয়া থেকে দেখা যায় $e_{Au} = 3$, মোলসংখ্যা $n_{Au} = \frac{W}{M} = \frac{1.314}{197}$ mole

অতিক্রান্ত সময় $t = 10\ min = 10 \times 60\ sec$, তড়িৎ প্রবাহ $= I$

আমরা জানি, $It = n_{Au}e_{Au}F \Rightarrow I \times 10 \times 60 = \frac{1.314}{197} \times 3 \times 96500 \Rightarrow I = 3.22\ A$ **(Ans.)**

36. $CuSO_4$ দ্রবণের মধ্যদিয়ে 160 mA বিদ্যুৎ 40 min যাবৎ চালনা করা হল। তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত কপার পরমাণুর সংখ্যা নির্ণয় কর. **[CUET'08-09, RUET'15-16]**

সমাধান: $I = 160\ mA = 0.16\ A,\ t = 40\ min = 2400\ s$

$\therefore W = ZIt = \frac{63.5}{2\times96500} \times 0.16 \times 2400 = 0.1263\ g$

$\therefore \frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{0.1263\times6.022\times10^{23}}{63.5} = 1.1978 \times 10^{21}$ **(Ans.)**

37. একটি অ্যালুমিনিয়াম শিল্পে দৈনিক 20 ton অ্যালুমিনিয়াম ধাতু উৎপাদন হয়। যদি দৈনিক সময় 30000 sec কার্যকাল হয় তবে এতে দৈনিক কত ফ্যারাডে বিদ্যুৎ ও কত Amp বিদ্যুৎ শক্তির প্রয়োজন হবে? [1 ton = 1000 kg] **[CUET'13-14]**

সমাধান: $W = 20\ ton = 2 \times 10^7 gm,\ t = 30000\ sec$

$Z = \frac{27}{3\times96500} = 9.32 \times 10^{-5}\ gmC^{-1};\ W = ZQ;\ Q = \frac{W}{Z} = \frac{2\times10^7}{9.32\times10^{-5}} = 2.14 \times 10^{11}C = 2.223 \times 10^6\ F$

আবার, $Q = It \therefore I = \frac{Q}{t} = \frac{2.14\times10^{11}}{30000} = 7.13 \times 10^6\ A$ [Ans. $2.223 \times 10^6 F, 7.13 \times 10^6\ A$]

38. জলীয় $CuSO_4$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে 0.40 A বিদ্যুৎ এক ঘণ্টা চল্লিশ মিনিট ধরে প্রবাহিত করলে 0.80 gm কপার জমা হয়। কপারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংক নির্ণয় কর। **[BUET'11-12, 01-02]**

সমাধান: $W = ZIt \Rightarrow Z = \frac{W}{It} = \frac{0.8}{0.4\times(1\times60+40)\times60} = 3.33 \times 10^{-4}\ gm/C$

39. KI দ্রবণ হইতে 10 গ্রাম আয়োডিন (I_2)1 (এক) ঘণ্টায় মুক্ত করতে কত অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ লাগবে? **[BUTEX'11-12]**

সমাধান: $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-;\ Z = \frac{M}{2F} = \frac{254}{2\times96500} = 1.316 \times 10^{-3}\ gc^{-1}$

$\therefore W = ZIt \therefore I = \frac{W}{Zt} = \frac{10}{1.316\times10^{-3}\times3600}\ [t = 3600\ s, W = 10\ g] = 2.11\ amp$

40. তুঁতের দ্রবণে 1 ঘন্টা সময় 8.0 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে তড়িৎদ্বারে কী পরিমাণ কপার (Cu) জমা পড়বে? (কপারের পারমাণবিক ভর = 63.5 এবং চার্জ $\rightarrow Cu^{+2}$) **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: দেয়া আছে, $I = 8\ A, t = 1\ hr = 3600\ sec,\ M = 63.5, e = 2$

$\therefore W = \frac{M}{e\times96500} \times I \times t = 9.48\ gm$ (Ans.)

41. লঘু সালফিউরিক এসিডের মধ্যে প্লাটিনাম তড়িৎদ্বারের সাহায্যে কত কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে আদর্শ উষ্ণতা ও চাপে তড়িৎদ্বারে 500 cm^3 হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: $n = \frac{it}{eF} = \frac{1\times\frac{500}{1000}}{0.0821\times273} = \frac{Q}{2\times96500} \Rightarrow Q = 4305.47\ C$

42. কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে 15 min সময় ধরে 5 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে ক্যাথোডে কী পরিমাণ কপার জমা হবে? **[BUTEX'08-09]**

সমাধান:

$W_{cu} = ZIt = \frac{63.5\times5\times15\times60}{2\times96500} = 1.48\ g\ Cu$ **(Ans)** | $Z = \frac{63.5}{2\times96500};\ I = 5\ A;\ t = 15 \times 60\ sec$

43. ক্রোমিয়াম সালফেট দ্রবণে 0.0422 A বিদ্যুৎ 1 hr যাবৎ প্রবাহিত করার ফলে ক্যাথোডে 0.0275 g ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হয়। ক্রোমিয়াম আয়নের চার্জ কত? (Cr = 52.0) **[RUET'07-08, KUET'04-05]**

সমাধান: $W = ZIt = \frac{MIt}{nF} \Rightarrow n = \frac{MIt}{WF} = \frac{52\times0.0422\times3600}{0.0275\times96500} = 2.976 \approx 3$ **(Ans.)**

44. সালফিউরিক এসিডের লঘু জলীয় দ্রবণের মধ্য দিয়ে প্লাটিনাম তারের মাধ্যমে 1 ঘণ্টা বিদ্যুৎ প্রবাহিত করায় আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে 250mL হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিদ্যুতের মাত্রা কত ছিল? **[RUET'06-07]**

সমাধান: $Q = neF \Rightarrow I = \left(\frac{0.25}{22.4} \times 2 \times 96500\right) \div 3600 = 0.598\ A$

45. কোন তড়িৎ কোষে স্থাপিত ইলেকট্রোডের মধ্য দিয়ে 0.2 A বিদ্যুৎ প্রবাহ 50 মিনিট যাবৎ চালানোর ফলে ক্যাথোডে 0.1978 গ্রাম কপার সঞ্চিত হয়। কপারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক নির্ণয় কর। **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: $I = 0.2A \quad t = 50\ min = 50 \times 60\ s;\ W_2 = 0.1978\ g;\ W = ZIt$

$Z = \frac{W}{It} = \frac{0.1978}{0.2\times50\times60} = 3.297\times10^{-4}\ gC^{-1}$

46. $CaCl_2$-এর দ্রবণে 25.10 mA তড়িৎ 5 মিনিট ধরে প্রবাহিত করা হলে কতটি ক্যালসিয়াম পরমাণু ইলেকট্রোডে জমা হবে?

সমাধান: $Q = 25.10 \times 10^{-3} \times 5 \times 60 = 7.53$ coulomb; এখন, $Q = neF = \frac{N}{N_A}eF$ **[KUET'05-06]**

$N = \frac{6.022\times10^{23}\times7.53}{2\times96500} = 2.3495 \times 10^{19}$ টি **(Ans.)**

47. $CaCl_2$ এর দ্রবণে 50.0 mA তড়িৎ কত সময়ে ধরে প্রবাহিত করলে 4.6×10^{18} টি ক্যালসিয়াম পরমাণু ইলেকট্রোডে জমা হবে?

সমাধান: আমরা জানি, $Q = neF \Rightarrow It = \frac{x}{N_A}eF$ [x = পরমাণু সংখ্যা] **[RUET'05-06, CUET'03-04]**

$\therefore t = \frac{4.6\times10^{18}\times2\times96500}{6.023\times10^{23}\times50\times10^{-3}} = 29.48\ s$

48. একটি তামার তারের মধ্য দিয়ে 0.001 সেকেন্ড ধরে 0.001 মিলি অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ চালনা করলে কতটি ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে?

সমাধান: $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2\bar{e}^-,\ Q = It = (0.001 \times 10^{-3} \times 0.001)C = 10^{-9}\ C$ **[RUET'04-05]**

$I = 0.001 \times 10^{-3}\ A\ ;\ t = 0.001\ sec$

$\therefore$ ইলেকট্রন প্রবাহিত হয় $= \frac{N_A\times Q}{96500} = \frac{6.023\times10^{23}\times10^{-9}}{96500} = 6.24 \times 10^9$ টি **(Ans.)**

49. লঘু NaCl দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে 1 ঘণ্টা সময়ে Pt – ক্যাথোডে প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় 0.112 L H_2 উৎপন্ন হবে? **[BUET'03-04]**

সমাধান: STP তে,

0.112 L H_2 এর ভর $= \frac{0.112\times2.016}{22.4} = 0.01008\ g$

$W = ZIt \Rightarrow \frac{1.008}{96500} \times I \times 3600 = 0.01008\ g \Rightarrow I = 0.536\ A$

50. $AgNO_3$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে 10 মিনিট 0.25 অ্যাম্পিয়ার শক্তিসম্পন্ন বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করায় ক্যাথোডে 0.1679 gm Ag জমা হয়। অপর একটি $AgNO_3$ দ্রবণে 50 মিনিট 0.20 অ্যাম্পিয়ার শক্তিসম্পন্ন বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে ক্যাথোডে কত পরিমাণ Ag সঞ্চিত হবে? **[RUET'03-04]**

সমাধান: $W_1 = ZI_1t_1;\ W_2 = ZI_2t_2 \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_2t_2}{I_1t_1} \Rightarrow W_2 = 0.1679 \times \frac{50\times60\times.2}{10\times60\times.25} = 0.6716\ g$ **(Ans)**

51. একটি লোহার চামচকে ক্যাথোড হিসাবে ব্যবহার করে তড়িৎ বিশ্লেষ্য $Ni(NO_3)_2$ লবণের দ্রবণের মধ্য দিয়ে 5.0 amp বিদ্যুৎ 30 মিনিট ধরে চালনা করা হল। লোহার চামচটির উপরিতলের ক্ষেত্রফল 7.0 cm^2। লোহার চামচের উপর সর্বত্র সমানভাবে সৃষ্ট নিকেল প্রলেপের পুরুত্ব গণনা কর। [Ni – এর পারমাণবিক ভর = 58.7 এবং নিকেল প্রলেপের আপেক্ষিক গুরুত্ব = 1.4] **[BUET'02-03]**

সমাধান: $W = \frac{MIt}{nF} = \frac{58.7\times5\times30\times60}{2\times96500}\ gm = 2.74\ gm$

আবার, $W = A\times t \times \rho$ [t = পুরুত্ব] $\Rightarrow t = \frac{W}{A\rho} = \frac{2.74}{7\times1.4} = 0.28$ cm (প্রায়) **(Ans.)**

Question Type-04: তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

➲ **Concept:**

তড়িৎ রাসায়নিক কোষে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

♦ অর্ধকোষের শ্রেণিবিভাগ:

(i) ধাতু-ধাতব আয়ন অর্ধকোষ: M/M^{n+} রূপে নির্দেশ করা হয়। বিক্রিয়া- $M(s) \rightarrow M^{n+}(aq) + ne^-$

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

(ii) ধাতু ও ধাতুর অদ্রবণীয় লবণ অর্ধকোষ: $Hg(l), Hg_2Cl_2(s) \mid KCl(aq)$: বিক্রিয়া- $\frac{1}{2}Hg_2Cl_2(s) + e^- \rightleftharpoons Hg(l) + Cl^-(aq)$

(iii) জারণ-বিজারণ অর্ধকোষ: $Pt, Fe^{2+}(aq)/Fe^{3+}(aq)$ বিক্রিয়া- $Fe^{2+}(aq) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + e^-$

(iv) গ্যাস অর্ধকোষ: $Pt, H_2(g)(1\ atm) \mid H^+(aq)(1M)$ বিক্রিয়া- $\frac{1}{2}H_2(g) \rightleftharpoons H^+(aq) + e^-$

(v) ধাতু অ্যামালগাম ও ধাতুর আয়ন অর্ধকোষ: $Na - Hg(s)/Na^+(aq)$ বিক্রিয়া- $Na - Hg(s) \rightleftharpoons Na^+(aq) + e^- + Hg(l)$

➢ লবণ সেতুতে ব্যবহৃত তড়িৎ বিশ্লেষ্য: $NH_4NO_3, KCl, KNO, Na_2SO_4$

MCQ

01. লোহার মরিচা পড়া একটি **[Ans: d] [BUET'12-13]**

(a) জারণ বিক্রিয়া (b) বিজারণ প্রক্রিয়া (c) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (d) জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া

02. নিচের কোনটি তড়িৎ কোষের লবণ সেতুতে ব্যবহৃত হয়? **[Ans: d] [BUET'11-12]**

(a) NH_4NO_3 (b) KCl (c) KNO_3 (d) All of these

Written

03. নিম্নের তড়িৎ রাসায়নিক কোষসমূহের অর্ধকোষ বিক্রিয়া ও সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া দেখাও: **[BUET'14-15]**

(a) $Zn \mid Zn^{2+}(aq) \mid Cl^-(aq) \mid Hg_2Cl_2(s) \mid Hg$

(b) $Pb \mid PbSO_4(s),\ H_2SO_4(aq) \mid PbO_2, Pb$

সমাধান:

(a) $Zn \mid Zn^{++}(aq) \mid Cl^-(aq) \mid Hg_2Cl_2 \mid Hg$

জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ [জারণ]

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া: $2Hg^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Hg$ [বিজারণ]

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া: $Zn(s) + 2Hg^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Hg$

(b) $Pb \mid PbSO_4, H_2SO_4(aq) \mid PbO_2, Pb$

জারণ অর্ধকোষ : $Pb(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow PbSO_4(aq) + 2H^+ + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ: $PbO_2 + 2H^+ + 2e^- + H_2SO_4(aq) \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

সামগ্রিক বিক্রিয়া: $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

Question Type-05: তড়িৎদ্বার বিভব, কোষ বিভব, গিবসের মুক্ত শক্তি ও কোষ বিভবের সম্পর্ক

➲ **Concept:**

$E_{cell} = E_{anode(ox)} + E_{cathode(red)}$
$= E_{anode(ox)} - E_{cathode(ox)}$
$= -E_{anode(red)} + E_{cathode(red)}$

এক্ষেত্রে,
$E_{anode(ox)}$ = অ্যানোডের জারণ বিভব
$E_{cathode(ox)}$ = ক্যাথোডের জারণ বিভব
$E_{anode(red)}$ = অ্যানোডের বিজারণ বিভব
$E_{cathode(red)}$ = ক্যাথোডের বিজারণ বিভব

➢ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন $\Delta G = -eFE_{cell}$

➢ $\Delta G < 0$ হলে, $E_{cell} > 0 \rightarrow$ স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়া

➢ $\Delta G > 0$ হলে, $E_{cell} < 0 \rightarrow$ অস্বতঃস্ফূর্ত বিক্রয়া

➢ $\Delta G = 0$ হলে, $E_{cell} = 0 \rightarrow$ সাম্যাবস্থা (The cell is dead)

MCQ

01. নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? **[CKRUET'21-22]**

(a) $K_c = K_P(RT)^{\Delta n}$ (b) $E_{cell} = E°_{cell} + RT\ In\frac{[Product]}{[Reactant]}$ (c) $E = h.\frac{\lambda}{c}$

(d) $pH - pOH = pK_w$ (e) $E_{cell} = E°_{cell} + RT\ In\frac{[Reactant]}{[Product]}$

সমাধান: **(No Answer.)**; A → সঠিক রূপ $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

B, E → সঠিক রূপ $E_{cell} = E°_{cell} + \frac{RT}{cF}\ln\frac{[Reactant]}{[Product]}$

C → সঠিক রূপ $E = \frac{hc}{\lambda}$

D → সঠিক রূপ $pH + pOH = pK_w$

02. কতিপয় প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব হলো- **[KUET'18-19]**

$K^+|\ K = -2.93\ V; Ag^+|\ Ag = 0.80\ V; Hg^{2+}\ |\ Hg = 0.79\ V; Mg^{2+}|\ Mg = -2.37\ V; Cr^{3+}\ |\ Cr = -0.74\ V$

উপরে উপাত্তসমূহে প্রদত্ত ধাতুসমূহকে বিজারণ ক্ষমতার উচ্চক্রম অনুসারে সাজাও।

(a) $K^+\ |\ K < Mg^{2+}\ |\ Mg < Cr^{3+}\ |\ Cr < Hg^{2+}\ |\ Hg < Ag^+\ |\ Ag$

(b) $Ag^+\ |\ Ag < Hg^{2+}\ |\ Hg < Cr^{3+}\ |\ Cr < K^+\ |\ K < Mg^{2+}\ |\ Mg$

(c) $Ag < Hg < Cr < Mg < K$

(d) $K < Mg < Cr < Hg < Ag$

(e) $K^+\ |\ K < Ag^+\ |\ Ag < Mg^{2+}\ |\ Mg < Hg^{2+}\ |\ Hg < Cr^{3+}\ |\ Cr$

সমাধান: (c); $Ag < Hg < Cr < Mg < K$

03. $E^0_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34\ V$ এবং $E^0_{Fe/Fe^{2+}} = 0.44\ V$ হলে **[KUET'17-18]**

(i) তামার পাত্রে $FeSO_4$ দ্রবণ রাখা যায়।

(ii) তামার পাত্রে $FeSO_4$ দ্রবণ রাখা যায় না।

(iii) লৌহ পাত্রে $CuSO_4$ দ্রবণ রাখা যায়।

(iv) লৌহ পাত্রে $CuSO_4$ দ্রবণ রাখা যায় না।

(a) i, ii (b) i, iii (c) i, iv (d) ii, iii (e) ii, iv

সমাধান: (c); $E^0_{cell} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} + E^0_{Fe/Fe^{2+}} = 0.34\ V + 0.44\ V = 0.78\ V > 0\ V$ ∴ কোষ: $Fe/Fe^{2+}\ ||\ Cu^{2+}/Cu$

04. $2.0\ M\ AgNO_3$ এর দ্রবণ টিনের পাত্রে জমা রাখা হল। নিচের কোন উক্তিটি সত্য? **[KUET'13-14]**

[$E°$ for $Ag^+/Ag = 0.80\ V$ and $E°$ for $Sn^{2+}/Sn = -0.14\ V$]

(a) $E°_{cell} = -0.94\ V$ (b) $E°_{cell} = +0.94\ V$ (c) $E°_{cell} = 0.66\ V$

(d) $2.0\ M\ AgNO_3$ দ্রবণ টিনের পাত্রে রাখা সম্ভব (e) $2.0\ M\ AgNO_3$ দ্রবণ টিনের পাত্রে রাখা সম্ভব না

সমাধান: Option (b) এবং (e) উভয়ই সঠিক।

$E^o_{cell} = E^o_{Sn/Sn^{2+}} + E^o_{Ag^+/Ag} = 0.14 + 0.80 = 0.94\ V > 0$; দ্রবণ পাত্রে রাখা সম্ভব না।

05. $MgSO_4$ দ্রবণ একটি কপারের পাত্রে জমা রাখা হল। [$E°_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$ এবং $E°_{Mg^{2+}/Mg} = -2.3\ V$] । এমতাবস্থায় নিচের কোন বিবরণটি সত্য? **[KUET'11-12]**

(a) কপার ক্ষয় প্রাপ্ত হবে (b) ম্যাগনেসিয়াম জমা পড়বে

(c) কপার জারিত হবে (d) Mg^{2+} বিজারিত হবে (e) Mg^{2+} বিজারিত হবে না

সমাধান: (e); $E°_{cell} = (E°_{Mg^{2+}/Mg} + E°_{Cu/Cu^{2+}}) = (-2.3 - 0.34)\ V = -2.64\ V$

Written

06. নিচের কোষটির কোষ বিক্রিয়া লিখ এবং কোষ বিভব নির্ণয় কর। **[BUTEX'21-22]**

Cell: $Zn/Zn^{2+} \parallel Ag^{+}/Ag$

$E^{0}_{Zn/Zn^{2+}} = +0.76V;\ E^{0}_{Ag/Ag^{+}} = -0.80V$

সমাধান: অ্যানোডে: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ [জারণ অর্ধবিক্রিয়া]

ক্যাথোডে : $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ [বিজারণ অর্ধবিক্রিয়া]

সামগ্রিক বিক্রিয়া : $Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{2+} + 2Ag$

$\therefore E^{0}_{cell} = E^{0}_{Zn/Zn^{2+}} + E^{0}_{Ag^{+}/Ag} = 0.76 + 0.8 = +1.56\ v$

07. $Pt(H_2, 1\ atm) \mid HCl(sol^{n}) \mid CuSO_4(sol^{n}) \mid Cu$ কোষের E^{o} এর মান 0.337V হলে $\Delta G^{o}_{f(Cu^{2+},aq)}$ এর মান বের কর।

সমাধান: $E^{o} = E^{o}_{H_2/H^{+}} + E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} \Rightarrow 0.337 = 0 + E^{o}_{Cu^{2+}/Cu}$ **[KUET'19-20]**

$\Rightarrow E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.337\ V \Rightarrow E^{o}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.337\ V$

$Cu(s) - 2e^{-} \rightarrow Cu^{2+}(aq), E^{o}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.337\ V$

$\therefore \Delta G^{o}_{f(Cu^{2+},aq)} = -nF\ E^{o}_{Cu/Cu^{2+}} = -2 \times 96500 \times (-0.337) = 65.041\ kJ\ mol^{-1}$ (Ans.)

08. জিংক ক্লোরাইড ব্যাটারিতে নিম্নের কোষ বিক্রিয়া দ্বারা বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। **[BUET'18-19]**

$Zn(s) + Cl_2(g) \rightarrow ZnCl_2(aq)$

(i) জারণ অর্ধ বিক্রিয়া, বিজারণ অর্ধ বিক্রিয়া লিখ ও প্রমাণ কোষ বিভব (E^{o}_{cell}) বের কর।

(ii) প্রমাণ মুক্তশক্তির পরিবর্তন (ΔG^{o}) বের কর।

প্রমাণ বিজারণ বিভব: $E^{o}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ and $E^{o}_{Cl_2/Cl} = 1.36\ V$

সমাধান: (i) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ (জারণ অর্ধ বিক্রিয়া)

$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ (বিজারণ অর্ধ বিক্রিয়া)

E_{cell}, প্রমাণ কোষ বিভব $= E^{0}_{Zn/Zn^{2+}} + E^{0}_{Cl_2/Cl^{-}} = -(-0.76) + 1.36 = 2.12\ V$

(ii) $\Delta G^{o} = -nF\ E^{o}_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.12$

$= -409160\ J\ mol^{-1} = -409.16\ kJ\ mol^{-1}$

09. দস্তা নির্মিত পাত্রে কপার সালফেট দ্রবণ রাখা যাবে কি না ব্যাখ্যা কর। $[E_{Zn/Zn^{2+}} = 0.76\ V, E_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V]$

সমাধান: $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$ **[BUTEX'18-19]**

$E^{o}_{cell} = E^{o}_{Zn/Zn^{2+}} + E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.76 + 0.34 = 1.1\ V > 0$

$\therefore$ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত, অর্থাৎ দ্রবণটি রাখা যাবে না।

10. $Zn(s) \mid Zn^{2+}(1\ M) \parallel Cu^{2+}(1\ M) \mid Cu(s)$ কোষটির emf 1.103 V। আবার, $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn,\ E^{o} = -0.763\ V$। এ কোষের অ্যানোডে বিক্রিয়া, ক্যাথোডে বিক্রিয়া ও সর্বমোট কোষ বিক্রিয়ার সমীকরণ লিখ এবং কপার ইলেকট্রোডের প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব মান নির্ণয় কর। **[RUET'07-08]**

সমাধান: $Zn(s)|Zn^{2+}(1\ M) \| |Cu^{2+}(1\ M)| Cu(s)$

$E^{o}cell = E^{o}(Red, Cathode) - E^{o}(Red, anode)$

$1.103 = -(-0.763) + x\ \therefore x = +0.34\ V$

$Zn - 2e^{-} \rightarrow Zn^{2+}; E^{o}_{Zn/Zn^{2+}} = 0.763\ V$ [অ্যানোড বিক্রিয়া]

$\therefore Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu, E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ [ক্যাথোড বিক্রিয়া]

$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ [কোষ বিক্রিয়া]

11. নিম্নলিখিত কোষটির EMF এবং মুক্ত শক্তির পরিবর্তন 37°C তাপমাত্রাতে নির্ণয় কর। **[KUET'03-04]**

$Ag\,/AgNO_3\,(0.3\ M) \parallel AgNO_3(0.5\ M)\,/\,Ag$

সমাধান: (ক) অ্যানোডে $\Rightarrow Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$

(খ) ক্যাথোডে $\Rightarrow Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

$$E_T = E^o - \frac{2.303RT}{nF}\log\frac{[Ag^+]_{anode}}{[Ag^+]_{cathode}}$$

$$= 0 - \frac{2.303\times8.314\times310}{1\times96500}\log\frac{0.3}{0.5}$$

$= 0.01364$ volt (Ans.)

$\therefore$ মুক্তশক্তির পরিবর্তন, $-\Delta G_T = nFE_T$

$\Rightarrow \Delta G = -1\times96500\times0.01364\ J = -1316.26\ J\ mol^{-1}$ (Ans.)

এখানে E° = প্রমাণ অবস্থার ই. এম. এফ.

$E^\circ_{Ag/Ag^+} + E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0$ volts

T = তাপমাত্রা = 37°C = 310 K

R = গ্যাস ধ্রুবক গ্যাস = $8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$

n = ইলেকট্রনের মোল সংখ্যা = 1

F = 96500 C

$[Ag^+]_A$ = অ্যানোডের ঘনমাত্রা = 0.3 M

$[Ag^+]_C$ = ক্যাথোডের ঘনমাত্রা = 0.5 M

12. নিম্নোক্ত কোষটির তড়িৎচালক বল কত হবে তা হিসাব কর। $Zn\ |Zn^{2+}||\ Ag^+\ |\ Ag$ ($Zn\,/\,Zn^{2+}$ এবং $Ag\,/\,Ag^+$ এর প্রমাণ বিভব, যথাক্রমে +0.76 V এবং −0.80 V) **[CUET'03-04]**

সমাধান: $E^o_{cell} = E^o_{Zn/Zn^{2+}} + E^o_{Ag^+/Ag} = +0.76 - (-0.8) = 1.56$ V **(Ans.)**

Question Type-06: নার্নস্ট সমীকরণ

➲ **Concept:**

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{eF}\ln Q$, যেখানে, E_{cell} = কোষ বিভব, E°_{cell} = প্রমাণ কোষ বিভব, T = কেলভিন তাপমাত্রা

R = সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক = $8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$, e = আদান-প্রদানকৃত ইলেকট্রনের সংখ্যা, Q = বিক্রিয়া ধ্রুবক

F = ফ্যারাডের ধ্রুবক = $96500\ Cmol^{-1}$

MCQ

01. Consider a cell consisting of $Zn(s)\,|\,Zn^{2+}(1.00\times10^{-5}\ M)\,||\,Ag^+(0.10\ M)\,|\,Ag(s)$ and standard reduction potentials of the cell are $E^o_{Zn(red)} = -0.76$ V and $E^o_{Ag(red)} = 0.80$ V at 25°C. For this cell the following parameters age given, **[Ans: d][IUT'21-22]**

(i). The cell reaction is $Zn(s) + 2\,Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,Ag(s)$.

(ii). $E_{cell} = 1.647$ V. (iii). $\Delta G^o = -3.178\times10^5$J.

Which of the following is more appropriate?

(a) (i) and (ii) (b) (ii) and (iii) (c) (i) and (iii) (d) (i), (ii) and (iii)

02. নিচের তিনটি গ্যালভানিক সেলের emf এর মান যথাক্রমে E_1, E_2, E_3 **[KUET'18-19]**

(i) $Zn\,|\,Zn^{2+}\,(1\ M)\,||\,Cu^{2+}(0.1\ M)\,|\,Cu$ (ii) $Zn\,|\,Zn^{2+}\,(1\ M)\,||\,Cu^{2+}(1\ M)\,|\,Cu$

(iii) $Zn\,|\,Zn^{2+}\,(0.1\ M)\,||\,Cu^{2+}(1\ M)\,|\,Cu$

তাহলে নিচের কোনটি সঠিক?

(a) $E_1 > E_2 > E_3$ (b) $E_3 > E_2 > E_1$ (c) $E_2 > E_3 > E_1$ (d) $E_3 > E_1 > E_2$ (e) $E_2 > E_1 > E_3$

সমাধান: (b); $E_3 > E_2 > E_1$; $E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$ হতে।

03. 25°C তাপমাত্রায় $H_2 + Cl_2 + 2\,H_2O = 2\,H_3O^+ + 2\,Cl^-$ বিক্রিয়ার সাম্যাংক, $K = 10^{46}$। 25°C তাপমাত্রায় $Pt, H_2\,|\,HCl\,(aq)\,|\,Cl_2, Pt$ কোষের E^0 হিসেব কর। **[KUET'17-18]**

(a) 1.0 V (b) 1.357 V (c) 2.2 V (d) 0.000 V (e) 2.4 V

সমাধান: (b); সাম্যাবস্থায় $E_{cell} = 0$; $E^\circ_{cell} = \frac{RT}{nF}\ln K = \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln10^{46} = 1.357$ V

04. $Zn^{2+}\,|\,Zn(-0.76\ V)$ এবং $Fe^{2+}\,|\,Fe(-0.41\ V)$ তড়িৎদ্বারদ্বয় দ্বারা গঠিত গ্যালভানিক কোষের emf হবে– **[KUET'16-17]**

(a) −1.17 V (b) −0.35 V (c) +0.35 V (d) +1.17 V (e) +1.12 V

সমাধান: (c); $Zn/Zn^{2+}\,|\,Fe^{2+}/Fe$; $E^0_{cell} = 0.76 - 0.41 = +0.35$ V

05. 25°C তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত কোষের তড়িচ্চালক বল কত? **[KUET'15-16]**

$Zn \mid Zn^{2+}(0.1\ M) \parallel Ag^{+}(1\ M) \mid Ag \quad [E^{o}_{Zn|Zn^{2+}} = 0.76\ V$ এবং $E^{o}_{Ag/Ag^{+}} = -0.80\ V]$

(a) 1.2895 V (b) 1.3895 V (c) 1.6895 V (d) 1.4895 V (e) 1.5895 V

সমাধান: (e); $E_{cell} = E^{o}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Zn^{2+}]}{[Ag^{+}]^2} = \left(E^{o}_{Zn/Zn^{2+}} - E^{o}_{Ag/Ag^{+}}\right) - \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.1}{1} = 1.5895\ V$

06. নিচের কোষটির E. M. F কত? **[CUET'15-16]**

$Zn \mid Zn^{2+}(0.001\ M) \parallel Ag^{+}(0.1\ M) \mid Ag \ [E^{0}_{cell} = 1.56\ V]$

(a) 1.59 V (b) 1.46 V (c) 1.61 V (d) 1.10 V

সমাধান: (a); $E_{cell} = E^{o}_{cell} + \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Ag^{+}]^2}{[Zn^{2+}]} = 1.56 + \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln\frac{(0.1)^2}{0.001} = 1.59$ volt

07. 30°C তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত রাসায়নিক কোষের তড়িৎ চালক বল কত? **[KUET'14-15]**

$Pb \mid Pb^{2+}(1.0\ M) \parallel H^{+}(0.4\ M) \mid H_2(1\ atm) \mid Pt$; [দেওয়া আছে $E^{0}_{Pb^{2+}/Pb} = -0.14\ V$]

(a) 0.1165 V (b) 0.1170 V (c) 0.1155 V (d) 0.1161 V (e) 0.1175 V

সমাধান: (d); $E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Pb^{2+}]P_{H_2}}{[H^{+}]^2} = (+.14 + 0) - \frac{8.31\times302}{2\times96500} \times \ln\frac{1\times1}{0.4^2} = 0.1161\ V$

08. 25°C তাপমাত্রায় নিচের তড়িৎ কোষটির E. M. F নির্ণয় কর। **[RUET'14-15]**

$Ag \mid AgNO_3(0.08\ M) \parallel AgNO_3(0.001\ M) \mid Ag$

(a) 0.10115 V (b) 0.11025 V (c) 0.1125 V (d) 0.1250 V (e) None

সমাধান: (e); $E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{RT}{eF}\ln\frac{[Ag^{+}]\ (anode)}{[Ag^{+}]\ (cathode)} = 0 - \frac{8.314\times298}{1\times96500}\ln\frac{0.08}{0.001} = -0.1125\ V$

09. 42°C তাপমাত্রাতে $Sn \mid SnCl_2(0.70\ M)$ অর্ধ কোষটির বিভব (emf) কোনটি হবে? [এখানে $E^{0}_{Sn/Sn^{++}} = 0.14$ volt]

(a) 0.1352 volt (b) 0.1399 volt (c) 0.1450 volt (d) 0.1448 volt (e) 0.1496 volt

সমাধান: (d); $E = E^{o}_{Sn/Sn^{2+}} - \frac{RT}{2F}\ln[Sn^{2+}]$ [অর্ধকোষ বিক্রিয়া $Sn - 2e^{-} \rightarrow Sn^{2+}$] **[KUET'12-13]**

$= 0.14 - \frac{8.314\times315}{2\times96500}\ln(0.70) = 0.1448$ volt

10. 37°C তাপমাত্রাতে $Zn \mid ZnCl_2(0.25\ M)$ অর্ধকোষটির সেল বিভব (emf) কত হবে? $[E^{o}_{Zn|Zn^{2+}} = 0.758$ volts].

(a) 0.7402 volts (b) 0.7305 volts (c) 1.3862 volts (d)0.7765 volts (e) 0.7757 volts

সমাধান: (d); $E = E_o - \frac{RT}{2F}\ln[Zn^{2+}] = 0.758 - \frac{8.314\times310}{2\times96500} \times \ln(0.25) = 0.7765\ V$ **[KUET'11-12]**

11. 25°C তাপমাত্রায় নিচের কোষটির তড়িৎচালক বল কত? **[CUET'11-12]**

$Fe/FeSO_4(0.1M) \mid\mid CuSO_4(0.01\ M)/Cu$. [দেওয়া আছে: $E^{0}_{Fe/Fe^{2+}} = 0.44\ V; E^{0}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34\ V;$]

(a) 0.78 V (b) 0.10 V (c) −0.10 V (d) None of these

সমাধান: (d); $Fe/Fe^{2+} \mid\mid Cu^{2+}/Cu$

$F_{cell} = E^{o}_{Fe/Fe^{2+}} + E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = (0.44 + 0.34) = 0.78\ V$

$E_{cell} = E^{o}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Fe^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = 0.78 - \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln\left(\frac{0.1}{0.01}\right) = 0.7504\ V$

12. A half cell has following data: E^0 for Zn = 0.758: $Zn/ZnCl_2$ = (0.09 M). The emf of the half cell at 55°C is-

(a) 1.0792 V (b) 0.792 V (c) 17.92 V (d) 20 V **[IUT'11-12]**

Solution: (b); $E_{cell} = E^{o}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln[Zn^{2+}] = 0.758 - \frac{8.314\times(55+273)}{2\times96500} \times \ln(0.09) = 0.792\ V$

13. 25°C এ $Fe/Fe^{2+}(0.3\ M) \parallel Sn^{2+}(0.1\ M)/Sn$ কোষের তড়িৎচালক বল (e. m. f) কোনটি? **[RUET'10-11]**

(a) 0.525 V (b) 0.1285 V (c) 0.2859 V (d) 0.2755 V (e) None

সমাধান: (c); $E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{RT}{eF}\ln\frac{[Fe^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$; $E_{cell} = 0.44 - 0.14 - \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.3}{0.1} = 0.2859\ V$

14. What is the e.m.f of the following half-cell at 47°C? [E° for Fe = 0.036 V]: $Fel FeCl_3(0.25\ M)$ **[IUT'10-11]**

(a) 0.0478 V (b) 0.0487 V (c) 0.0742 V (d) 0.4781 V

Solution: (b); $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln[Fe^{3+}] = 0.036 - \frac{8.314\times(47+273)}{3\times96500}\ln[Fe^{3+}] = 0.0487\ V$

Written

15. নিচের বিক্রিয়াটি 298 K তাপমাত্রায় স্বতঃস্ফূর্ত কিনা তা নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

$Co(s) + Fe^{2+}(aq) \rightleftharpoons Co^{2+}(aq) + Fe(s)$

[দেয়া আছে, $[Co^{2+}] = 0.15\ M$; $[Fe^{2+}] = 0.68\ M$; $E^0_{Co^{2+}/Co} = -0.28\ V$; $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44\ V$]

সমাধান: $E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303RT}{nF}\log\frac{[Co^{2+}]}{[Fe^{2+}]}$

$= -0.16 - \frac{2.303\times8.314\times298}{2\times96500}\log\frac{0.15}{0.68} = -0.14\ V$

$\therefore E_{cell} < 0$ $\therefore$ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত নয়।

$E^0_{cell} = E^0_{Co\,Co^{2+}} + E^0_{Fe^{2+}\,Fe}$

$= (0.28 - 0.44)\ V = -0.16\ V$

16. (a) 298K তাপমাত্রায় নিম্নলিখিত কোষটির তড়িৎ চালক বল হিসাব কর- **[RUET'09-10]**

$Pt\,|\,Sn^{2+}(0.1\ M), Sn^{4+}(0.01\ M)||Fe^{3+}(0.2\ M)\,|\,Fe$

দেওয়া আছে, $E^\circ(Sn^{2+}, Sn^{4+}) = -0.15$ volt এবং $E^\circ(Fe^{3+}, Fe) = 0.036$ volt

Solution: So, $E = E_o - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Sn^{4+}]^3}{[Fe^{3+}]^2[Sn^{2+}]^3}$

$= -0.15 + 0.036 - \frac{8.316\times298}{6\times96500}\ln\frac{(0.01)^3}{(0.2)^2\times(0.1)^3}$

$= -0.0982$ volt (Ans.)

Anode: $3Sn^{2+} - 6e^- \rightarrow 3Sn^{4+}$

Cathode: $2Fe^{3+} + 6e^- \rightarrow 2Fe$

সার্বিক কোষ বিক্রিয়া: $3Sn^{2+}(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow 3Sn^{4+}(aq) + 2Fe\ (s)$

(b) ঘনমাত্রা কোষ কী?

সমাধান: একই তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দুটি ভিন্ন ঘনমাত্রার দ্রবণ ব্যবহার করে যে কোষ প্রস্তুত করা হয় তাকেই ঘনমাত্রা কোষ বলে।

17. লবণ সেতু কী? নার্নস্ট কোষ সমীকরণ প্রয়োগ করে নিচের রাসায়নিক কোষের তড়িৎ চালক বল (emf) নির্ণয় কর।

$Mg(s)\,|\,Mg^{2+}(0.001\ M)\,||\,Cu^{2+}(0.0001\ M)\,|\,Cu(s)$ **[RUET'08-09]**

Here, $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$ and $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$

সমাধান: লবণ সেতুঃ দুটি তড়িৎকোষের মধ্যে পরোক্ষ সংযোগ সাধনের জন্য ব্যবহৃত U আকৃতির কাচনল যা KCl, KNO_3 বা NH_4NO_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণ দিয়ে পূর্ণ থাকে তাকে লবণ সেতু বলে।

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[\text{উৎপাদ}]}{[\text{বিক্রিয়ক}]}$

$= (E^\circ_{Mg/Mg^{2+}} - E^\circ_{Cu/Cu^{2+}}) - \frac{8.316\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.001}{0.0001} = [2.37 - (-0.34)] - \frac{0.0591}{2}\ln(10) = 2.68\ V$ (Ans.)

18. নিম্নের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ডেনিয়েল কোষটির চালক বল (emf) হিসাব কর। **[RUET'06-07]**

$Zn/Zn^{2+}(aq)||Cu^2 + (aq)/Cu$ $[Zn^{2+}] = 0.1\ M; [Cu^{2+}] = 0.05\ M; E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} = 0.76\ V; E^\circ_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34\ V$

সমাধান: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

নার্নষ্ট সমীকরণ, $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{\text{উৎপাদ আয়নের ঘনমাত্রা}}{\text{বিক্রিয়ক আয়নের ঘনমাত্রা}}$

$= E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} + E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = (0.34 + 0.76) + \frac{8.31\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.1}{0.15} = 1.0911$ Volt **(Ans.)**

19. নিম্নোক্ত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোষের তড়িৎ চালক বল (emf) নির্ণয় কর। **[RUET'05-06]**

$Mg(s) + 2\,Ag^+(aq) \rightarrow Mg^{2+} + (aq) + 2\,Ag\,(s)$

$[Mg^{2+}] = 0.13\ M$ and $[Ag^+] = 1.0 \times 10^{-4}\ M$

at 25°C, $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.80\ V$ & $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$

সমাধান: তড়িৎদ্বার বিক্রিয়াঃ $Mg + 2\,Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2\,Ag$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{Mg/Mg^{2+}} - E^\circ_{Ag/Ag^+} = 2.37 - (-0.8) = 3.17\ V$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Mg^{2+}]}{[Ag^+]^2} = 3.17 - \frac{8.316\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.13}{(1\times10^{-4})^2} = 3.17 - 0.21 = 2.96\ V$

20. 25°C তাপমাত্রায় নিচের কোষটির e.m.f নির্ণয় করঃ $Fe/FeSO_4$ (0.1 M) ‖ $CuSO_4$(.01 M)/Cu. **[CUET'05-06]**

(দেওয়া আছে, $E^\circ_{(Fe/Fe^{2+})} = +0.44$ V; $E^\circ_{(Cu/Cu^{2+})} = -0.34$ V)

সমাধান: এখানে Fe/Fe^{2+} তড়িৎদ্বারটি অ্যানোড এবং Cu^{2+}/Cu তড়িৎদ্বারটি ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে।

$\therefore E^\circ_{Fe/Fe^{2+}} = 0.44V; E^\circ_{red.Cu^{2+}/Cu} = -(-0.34) = 0.34$ V $\therefore E^\circ_{cell} = 0.44 + 0.34 = 0.78$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[\text{উৎপাদ}]}{[\text{বিক্রিয়ক}]} = 0.78 - \frac{8.316\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.1}{0.01} = 0.75$ volt **(Ans.)**

21. নিম্নবর্ণিত কোষটির E.M.F. 31°C তাপমাত্রাতে নির্ণয় কর। **[KUET'04-05, CUET'04-05]**

[দেওয়া আছে, $E^\circ_{Sn/Sn^{2+}} = 0.14$ Volts & $E^\circ_{Fe/Fe^{2+}} = 0.036$ Volts; Sn/Sn^{2+}(0.1 M) ‖ Fe^{2+}(0.3 M)/Fe]

সমাধান: $E^\circ_{cell} = (0.140 - 0.036)$Volts $= 0.104$ Volts

$E_{cell} = E^\circ_{cell} + \frac{2.303\times8.316\times304}{2\times96500}\log\frac{0.3}{0.1} = 0.1184$ Volts **(Ans.)**

22. 25°C তাপমাত্রার নিম্নের কোষগুলোর তড়িৎচালক বল গণনা কর। Fe, Cu এবং Sn – এর E° এর মান যথাক্রমে 0.44,–0.337 ও 0.14 V। Cu^{2+}, Sn^{2+}এবং Fe^{2+} এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে 0.3 M, 0.1 M, 0.3 M **[RUET'03-04]**

(a) $Fe/Fe^{2+}||Cu^{2+}/Cu$ (b) $Sn/Sn^{2+}||Fe^{2+}/Fe$

সমাধান: (a) $E = E_{Fe/Fe^{2+}} + E_{Cu^{2+}/Cu} = 0.44 + (0.337) = 0.777$ Volt $\left[\ln\frac{[Fe^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = \ln 1 = 0\right]$

(b) $E = E^o - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Sn^{2+}]}{[Fe^{2+}]} = 0.14 - 0.44 - \frac{8.314\times298}{2\times96500}\ln\frac{0.1}{0.3} = -0.286$ Volt

23. 5 mM Fe^{2+} সম্বলিত একটি দ্রবণকে Ce^{4+} দিয়ে টাইট্রেট করা হল। ট্রাইটেশনের একটি পর্যায়ে 1 mM Fe^{3+} তৈরি হল। 25°C তাপমাত্রায় অর্ধ কোষটির EMF $(E_{Fe^{2+}/Fe^{3+}})$ হিসাব কর। দেয়া আছে: $E^0_{Fe^{2+}/Fe^{3+}} = 0.770$ V **[BUET'02-03]**

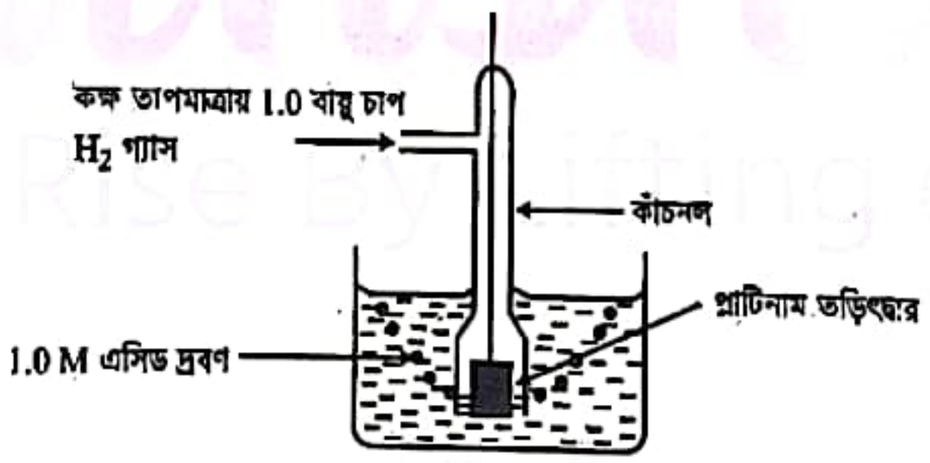
সমাধান: $E_{Fe^{2+}/Fe^{3+}} = E^o_{cell} - \frac{0.0591}{n}\log\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0.77 - \frac{0.0591}{1}\log\left(\frac{1}{4}\right) = 0.80558$ V **(Ans.)**

[1 mM Fe^{3+} তৈরি হওয়ায় $[Fe^{2+}] = (5-1)$ mM $= 4$ mM]

Question Type-07: নির্দেশক তড়িৎদ্বার, H^+ এর ঘনমাত্রা নির্ণয় এবং pH

➲ **Concept:**

➢ প্রাইমারি নির্দেশক তড়িৎদ্বার:



প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার

H – তড়িৎ দ্বার

$\frac{1}{2}H_2/H^+$

$E_{H_2/H^+} = -\frac{RT}{F}\ln\frac{[H^+]}{[P_{H_2}]^{\frac{1}{2}}}$

এখন, যদি, $T = 25°C$ ও $P_{H_2} = 1$atm হয়,

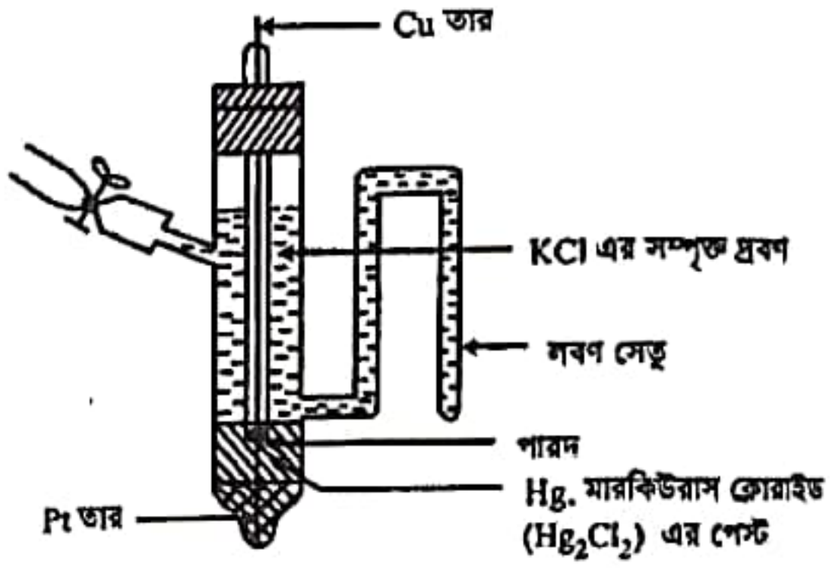
$E_{H_2/H^+} = -\frac{8.316\times298}{96500}\times2.303\log\frac{[H^+]}{(1)^{\frac{1}{2}}}$

$= -0.0592\log[H^+]$

$\therefore E_{cell} = 0.0592\times(-\log[H^+])$

$E_{cell} = 0.0592$ pH

- ক্যালোমেল তড়িৎদ্বার: কঠিন মারকিউরাস ক্লোরাইডকে (Hg_2Cl_2) বলা হয় ক্যালোমেল।



প্রমাণ ক্যালোমেল তড়িৎদ্বার

ক্যালোমেল তড়িৎদ্বারে নিচের বিক্রিয়াটি সংঘটিত হয়।

ক্যালোমেল ইলেকট্রোড: $Hg,\ Hg_2Cl_2(s)/\ Cl^-$

অ্যানোড হিসেবে বিক্রিয়া: $2Hg(l) + 2Cl^-(aq) \rightleftharpoons Hg_2Cl_2(s) + 2e^-$

ক্যাথোড হিসেবে বিক্রিয়া: $Hg_2Cl_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$

MCQ

01. 27°C তাপমাত্রায় একটি তড়িৎদ্বারে 0.02 M HCl এর দ্রবণ ব্যবহার করা হলো। তড়িৎদ্বারটির জারণ বিভব গণনা কর।

(a) 0.1773 V (b) 0.0591 V (c) 0.78 V (d) 0.052 V (e) 0.1 V

সমাধান: (e); $E = -\frac{8.314\times300}{1\times96500}\ln 0.02 = 0.1\ V$ **[KUET'10-11]**

Written

02. 27°C তাপমাত্রায় একটি তড়িৎদ্বারে 0.02 mol dm^3HCl এর দ্রবণ ব্যবহার করা হল। তড়িৎদ্বারটির জারণ বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান: জারণ বিক্রিয়া $\frac{1}{2}H_2 - e^- \rightarrow H^+;\ E^\circ_{cell} = 0\ V\ \ n = 1\ T = 300\ K$ **[BUET'12-13]**

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln[H^+] = 0 - \frac{8.314\times300}{1\times96500}\ln[0.02] = 0.1011\ V$

03. নিম্নলিখিত গ্যাস অর্ধকোষ ও ধাতু–ধাতব লবণ–তড়িৎদ্বারগুলি সংকেতের সাহায্যে প্রকাশ কর এবং অর্ধকোষ বিক্রিয়া লিখ।

(a) হাইড্রোজেনের অর্ধকোষ **[CUET'04-05, KUET'04-05]**

সমাধান: $H^+/H_2, Pt$ $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightleftharpoons H_2(g)$

(b) ক্লোরিন গ্যাসের অর্ধকোষ

সমাধান: $Cl^-/Cl_2, Pt$ $Cl_2(g) + 2\ e^- \rightleftharpoons 2\ C1^-(aq)$

(c) ক্যালোমেল তড়িৎদ্বার

সমাধান: $Hg, Hg_2Cl_2(s)\ /\ Cl^-$ $2\ Hg(l) + 2\ Cl^-(aq) \rightleftharpoons Hg_2Cl_2 + 2\ e^-$

Question Type-08: বিবিধ

MCQ

01. এক মোল ইলেকট্রনের চার্জ কোনটি দ্বারা প্রকাশ করা যায়? **[Ans: c] [BUTEX'13-14]**

(a) এক অ্যাম্পিয়ার (b) এক কুলম্ব (c) এক ফ্যারাডে (d) এক ভোল্ট

02. মরিচার রাসায়নিক সংকেত কোনটি? **[Ans: e][RUET'12-13]**

(a) Fe_2O_3 (b) $2Fe_2O_3.\ 3H_2O$ (c) $Fe_2O_3.\ 2H_2O$ (d) $2Fe_2O_3.\ H_2O$ (e) None

Written

03. একটি ইলেকট্রনের চার্জ হল ----------। **[BUTEX'05-06]**

সমাধান: $-1.6\times10^{-19}\ C$

04. রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে দেখাও যে, KCN এর তুল্য ওজন ইহার আণবিক ওজনের দ্বিগুণ হতে পারে। **[KUET'03-04]**

সমাধান: $6KCN + Fe(OH)_3 \rightarrow [K_3[Fe(CN)_6] + 3\ KOH$

ক্ষারের তুল্য ভর $= \frac{\text{আণবিক ভর}}{\text{প্রতিস্থাপনীয় } OH^- \text{ এর সংখ্যা}} = \frac{6\times M}{3} = 2\ M$ [M = KCN এর আণবিক ভর]