15

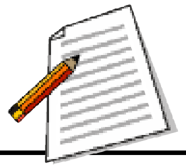
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରସାୟନ

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିରୁ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଓ ଏହାର ବିପରୀତ କ୍ରମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରସାୟନର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ଯେତେବେଳେ କିଛି ପଦାର୍ଥର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ବା ତରଳ ଲବଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ କରାଯାଏ, ଏହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟିକରେ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ, ଶୁଷ୍କ ସେଲ୍‌ରେ, ବଟନ୍ ସେଲ୍‌ରେ ବା ଲେଡ୍-ଅମ୍ଳ ବ୍ୟାଟେରୀରେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ଏହିସବୁ ପ୍ରକ୍ରିୟାର କିଛି ଦୃଷ୍ଟିକୋଣ ବିଷୟରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପାଠକରିବା ପରେ ତୁମେ :

- ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଧାରଣା ମାଧ୍ୟମରେ ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣକୁ ବୁଝିପାରିବ;
- ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ବା ଆୟନରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା (ON) ହିସାବ କରପାରିବ;
- ବିଜାରଣ-ଜାରଣର ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣକୁ ସମତୁଲ କରିପାରିବ;
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ପରିବହନ, ପରିବାହକତା ଓ ମୋଲାର୍ ପରିବାହିତାର ବ୍ୟାଖା କରିପାରିବ;
- ପରିବାହିତା ଓ ମୋଲାର ପରିବାହିତା ଉପରେ ଲଘୁକରଣର ପ୍ରଭାବ ବୁଝାଇ ପାରିବ;
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଓ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ୍ ସେଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଦେଖାଇପାରିବ;
- ମାନକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖିପାରିବ ଓ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ର ମାନକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ହିସାବ କରିବା ପାଇଁ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ;
- ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ ଓ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗର ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ;
- ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ଉପରେ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ପ୍ରଭାବ Nernst ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇପାରିବ;
- Nernst ସମୀକରଣ ଉପରେ ଆଧାରିତ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ପ୍ରଶ୍ନର ସମାଧାନ କରିପାରିବ ଓ
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାଳକ ବଳ ଓ ଗିବ୍‌ସ ଶକ୍ତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ବନ୍ଧ ସ୍ଥାପନ କରିପାରିବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

15.1 ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ - ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ମାଧ୍ୟମରେ

ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା, ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏକ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଶ୍ରେଣୀର ଅଟେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଧାରଣାରେ ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଭାବରେ ଗଣନା କରାଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନ ଏକ ବା ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅନ୍ୟକୁ ଦେଇଦିଏ, ତାହାକୁ ଜାରଣ କୁହାଯାଏ ଓ ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନ ଗୋଟିଏ ବା ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରେ, ତାହାକୁ ବିଜାରଣ କୁହାଯାଏ ।

ସୋଡ଼ିୟମ (Na) ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ (Cl)ରୁ ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍ (NaCl) ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ,

$Na \rightarrow Na^+ + e$ (ସୋଡ଼ିୟମ୍ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦେଇଦିଏ - ଜାରଣ)

$Cl + e \rightarrow Cl^-$ (କ୍ଲୋରିନ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ - ବିଜାରଣ)

ସୋଡ଼ିୟମ୍‌ର ଜାରଣ ହୁଏ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ବିଜାରଣ ହୁଏ । ଏଠାରେ ସୋଡ଼ିୟମ୍, କ୍ଲୋରିନ୍‌କୁ ବିଜାରଣ ହେବାରେ ସହାଯ୍ୟ କରୁଥିବାରୁ ଏହାକୁ ବିଜାରକ କୁହାଯାଏ ।

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବିଜାରକ ଏକ ପ୍ରକାର ପ୍ରତିକାରକ ଯିଏ ଏହାର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରତିକାରକକୁ ଦେଇଦିଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ କ୍ଲୋରିନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ଗ୍ରହଣ କରେ, ତେଣୁ ଏହାକୁ ଜାରକ କୁହାଯାଏ । ତେଣୁ ଜାରକ ଏକ ପ୍ରତିକାରକ, ଯାହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରେ । ଏଠାରେ ଧ୍ୟାନ ଦିଆଯାଇପାରେ ଯେ, ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅଲଗା ଅଲଗା ହୁଏନାହିଁ । ଏହା ଏକ ସଙ୍ଗରେ ହୋଇଥାଏ, ତେଣୁ ଏହାକୁ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା, ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଓ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମଷ୍ଟି, ତାହାକୁ ବିଜାରଣ- ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

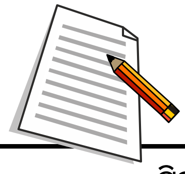
15.2 ଜାରଣାଙ୍କ

ଗୋଟିଏ ସାଧାରଣ ଅଣୁରେ ଯେଉଁ ପରମାଣୁର ଜାରଣ ବା ବିଜାରଣ ହୁଏ ତାହାକୁ ସହଜରେ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇପାରିବ । ପରନ୍ତୁ; ବହୁ ପରମାଣୁକ ଅଣୁରେ ଏହା କରିବା କଷ୍ଟକର । ପୂର୍ବରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା NaCl ଉଦାହରଣରେ, ସୋଡ଼ିୟମ୍‌ର ଜାରଣ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ବିଜାରଣ ଜାଣିବା ସହଜ । କିନ୍ତୁ ପୋଟାସିୟମ୍ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍ ($KMnO_4$) ସହ ଫେରସ୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ($FeSO_4$) ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କାହାର ଜାରଣ ହେଉଛି ଓ କାହାର ବିଜାରଣ ହେଉଛି ତାହା ଜାଣିବା କଷ୍ଟକର । ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ନୂଆ ଶବ୍ଦ ଯଥା ଜାରଣାଙ୍କର ପ୍ରଚଳନ କରାଯାଇଛି । ଜାରଣାଙ୍କ ଏକ ସ୍ୱଷ୍ଟ ଚର୍ଜ ଯାହା ଏକ ପରମାଣୁର ଥାଏ, ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଯୁଗ୍ମ ଅଧିକ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁ ସହ ଗଣନା କରାଯାଏ । ସବୁବେଳେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ । ଏହା ଏକ ସଂଖ୍ୟା ଯାହାକୁ ଧନାତ୍ମକ ବା ଋଣାତ୍ମକ ଚିହ୍ନଦ୍ୱାରା ଲେଖାଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ବିଷମ ନାଭିକୀୟ ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁ ଆଡ଼କୁ ଯେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ତାହା ସେହି ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କକୁ ସୂଚୀତ କରେ । ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ଠାରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ହୁଏ ତାହାକୁ ଧନାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଏ ଓ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁକୁ ଋଣାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ କରାଯାଏ । ଜାରଣାଙ୍କ ଶବ୍ଦର ଅର୍ଥ ଏହିପ୍ରକାର ଧାରଣା ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ ଯେ ଏକ ବହୁ ପରମାଣୁକ ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧରେ ସହଭାଜିତ ହେଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଯୁଗ୍ମ ଅଧିକ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଜାରଣାଙ୍କ ପାଇଁ 'ଜାରଣ ଅବସ୍ଥା' ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

15.2.1 ଜାରଣାଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ନିୟମ

ଗୋଟିଏ ଅଣୁରେ ବା ଆୟନରେ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଧିଷ୍ଟ ନିୟମକୁ ଅନୁସରଣ କରାଯାଏ ।

1. ଯଦି ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ ମୌଳିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ତେବେ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କକୁ ଶୂନ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : O_2, Na, P_4 ଆଦି ମୌଳିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବାରୁ ଏମାନଙ୍କର ଜାରଣାଙ୍କ ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।
2. ଏକ ପରମାଣୁର ଆୟନର ଜାରଣାଙ୍କ ସେଥିରେ ଥିବା ଚର୍ଜ ସହ ସମାନ ।
   ଉଦାହରଣ : Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Cl^-, S^{2-} ର ଜାରଣାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ +1, +2, +3, -1, -2 ଅଟେ ।
3. ଅମ୍ଳଜାନର ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ଯୌଗିକରେ ଅମ୍ଳଜାନର ଜାରଣାଙ୍କ –2 ଅଟେ, କିନ୍ତୁ



(a) ପେରୋକ୍ସାଇଡ୍‌ରେ ଯଥା Na_2O_2, H_2O_2 ରେ ଏହାର ଜାରଣାଙ୍କ -1 ଓ

(b) ସୁପରଅକ୍ସାଇଡ୍‌ରେ (KO_2)ଏହା -1/2

4. ଯେତେବେଳେ ଉଦ୍‌ଜାନ ଅଧାତୁ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥାଏ ଏହାର ଜାରଣାଙ୍କ +1 ଓ ଯେତେବେଳେ ଧାତୁ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥାଏ ଏହାର ଜାରଣାଙ୍କ -1 ହୁଏ ।

ଉଦାହରଣ : HCl ରେ ଉଦ୍‌ଜାନରେ ଜାରଣାଙ୍କ +1, କିନ୍ତୁ CaH_2 ରେ ଏହା -1

5. କ୍ଷାରୀୟ ଧାତୁର ଯୌଗିକରେ, କ୍ଷାରୀୟ ଧାତୁର ଜାରଣାଙ୍କ +1 ଅଟେ ।

6. ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକରେ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ମୌଳିକ ଥିଲେ, ଅଧିକ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ଋଣାତ୍ମକ ଓ କମ୍ ଋଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ଧନାତ୍ମକ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ NCl_3 ରେ 'N'ର ଜାରଣାଙ୍କ +3 ଓ Cl ର ଜାରଣାଙ୍କ -1 ।

7. ଗୋଟିଏ ପ୍ରଶମିତ ଯୌଗିକରେ ଥିବା ସବୁ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।

8. ଏକ ବହୁ ପରମାଣୁକ ଆୟନରେ, ସମସ୍ତ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି ଆୟନରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ ସହ ସମାନ । ଉଦାହରଣ – କାର୍ବୋନେଟ୍ (CO_3^{2-}) ଆୟନରେ କାର୍ବନର ଜାରଣାଙ୍କ +4 ଓ ଅମ୍ଳଜାନର ଜାରଣାଙ୍କ -2 ହୋଇଥିବାରୁ CO_3^{2-} ର ଚାର୍ଜ -2 ଅଟେ ।

ଆମେ କେତେକ ଉଦାହରଣ ନେଇ ଉପର ଲିଖିତ ନିୟମକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା ।

(କ) H_2SO_4 (ଖ) NO_3^- (ଗ) ClO_4^- ରେ S, N ଓ Cl ର ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ହିସାବ କରିବା ।

(a)1. ମନେକର ସଲଫର୍‌ର ଜାରଣାଙ୍କ 'x'ଅଟେ ।

2. ଯେହେତୁ 'O'ର ଜାରଣାଙ୍କ -2, 4ଟି 'O'ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି -8 ସହ ସମାନ ।

3. ଯେହେତୁ 'H' ପରମାଣୁ ଅଧାତୁ ସହ ବନ୍ଧ ସୃଷ୍ଟି କରିଛି, ପ୍ରତ୍ୟେକ 'H'ର ଜାରଣାଙ୍କ +1, ତେଣୁ ଦୁଇଟି 'H' ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି +2 ।

4. H_2SO_4 ଏକ ପ୍ରଶମିତ ଅଣୁ । ତେଣୁ ଏଥିରେ ଥିବା ସବୁ ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।

ତେଣୁ $+2 + x - 8 = 0$

$\therefore x = +6$

ଏଥିପାଇଁ H_2SO_4 ରେ ସଲ୍‌ଫରର୍ ଜାରଣାଙ୍କ +6 ଅଟେ ।

(b) NO_3^- ରେ ପ୍ରଥମେ ପ୍ରତ୍ୟେକ 'O'ପରମାଣୁର ଜାରଣଙ୍କ -2 ଲେଖ । ଏଠାରେ ସମସ୍ତ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ସମଷ୍ଟି ଏହି ଆୟନ ଉପରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ ସହ ସମାନ ।

$\therefore\ x - 6 = -1$

$x = +5$

$\therefore$ N ର ଜାରାଣାଙ୍କ +5

(c) ClO_4^- ରେ $x - 8 = -1$

ତେଣୁ $x = +7$

$\therefore$ Cl ର ଜାରାଣାଙ୍କ +7

15.3 ଜାରଣ - ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମତୁଲ

(a) ଜାରଣାଙ୍କ ପଦ୍ଧତି

(b) ଆୟନ- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପଦ୍ଧତି

15.3.1 ଜାରଣାଙ୍କ ପଦ୍ଧତିରେ ବିଜାରଣ - ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମତୁଲ

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ବିଜାରଣ - ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପଦକ୍ଷେପ ନିଆଯାଏ ।

1. ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ଅର୍ଥାତ୍ ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରିକ ଗୁଣାଙ୍କ ବିନା ସମୀକରଣ ଲେଖ ।
2. ସମୀକରଣରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ସଂକେତ ଉପରେ ଏହାର ଜାରଣାଙ୍କ ଲେଖ ।
3. ଯେଉଁ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ତାହାକୁ ଚିହ୍ନଟ କର ।
4. ଯେଉଁ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଛି, ସେହି ପରମାଣୁର ପ୍ରତି ପରମାଣୁ ପ୍ରତି କେତେ ଜାରଣାଙ୍କର ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ହୋଇଛି ହିସାବ କର ।
5. ପ୍ରତିକାରକ ପାର୍ଶ୍ୱର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ହ୍ରାସ ଓ ବୃଦ୍ଧିକୁ ଜାରକ ଓ ବିଜାରକର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ହ୍ରାସ ଓ ବୃଦ୍ଧି ସହ ସମାନ କରିବା ପାଇଁ ଯୋଗ୍ୟ ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କର ।
6. ଉଦ୍‌ଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ବ୍ୟତୀତ ସମୀକରଣରେ ସବୁ ପରମାଣୁକୁ ସମତୁଲ କର ।
7. ଶେଷରେ H ଓ O କୁ ସମତୁଲ କର ।
8. ଯଦି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ହେଉଥାଏ, 'O'ପରମାଣୁକୁ ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସଂଖ୍ୟକ H_2O ଅଣୁ ମିଶାଅ ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱରେ 'O' ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା କମ୍ ଥିବ । ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱରେ 'H'ପରମାଣୁ କମ୍ ଥିବ, ସେହି ପାର୍ଶ୍ୱରେ H^+ ମିଶାଇ H ପରମାଣୁ ସମତୁଲ କର ।
9. ଯଦି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କ୍ଷାରୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ହେଉଥାଏ, ତେବେ ଯେଉଁପାର୍ଶ୍ୱରେ 'H' ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା କମ୍ ଥିବ ସେହି ପାର୍ଶ୍ୱରେ H_2O ମିଶାଯାଏ ଓ ତା'ପରେ ଅନ୍ୟପାର୍ଶ୍ୱରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ OH^- କୁ ମିଶାଇ ସମତୁଲ କରାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣ : ଯେତେବେଳେ ଫସ୍‌ଫରସ୍ ନାଇଟ୍ରିକ୍ ଅମ୍ଳ ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ନାଇଟ୍ରିକ୍ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ତିଆରି ହୁଏ ।

1. ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣ ଅଟେ -

$$P + HNO_3 \longrightarrow HPO_3 + NO + H_2O$$

2. ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ଉପରେ ତାହାର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଲେଖ ।

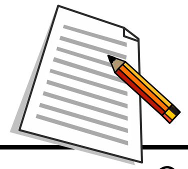
$$\overset{0}{p} + \overset{+1}{H}\overset{+5}{N}O_3^{-2} \rightarrow \overset{+1}{H}\overset{+5}{P}O_3^{-2} + \overset{+2}{N}\overset{-2}{O} + H_2^{+1}O^{-2}$$

3. P ଓ N ର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି ।

ଜାରଣାଙ୍କର ବୃଦ୍ଧି = 5

$$P^0 + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow H\overset{+5}{P}O_3 + \overset{+2}{N}O + H_2O$$

ଜାରଣାଙ୍କର ହ୍ରାସ = 3



4. ପ୍ରତିକାରକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ P ଓ N ର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାର ହ୍ରାସ ଓ ବୃଦ୍ଧିକୁ ସମାନ କର ।

   $3P + 5HNO_3 \longrightarrow HPO_3 + NO + H_2O$

5. ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ P ଓ N ପରମାଣୁକୁ ସମତୁଲ କର ।

   $3P + 5HNO_3 \longrightarrow 3HPO_3 + 5NO + H_2O$

6. ଏହି ସମୀକରଣରେ 'O'ଓ 'H' ପରମାଣୁ ସମତୁଲ ହୋଇଯାଇଛନ୍ତି ।

15.3.2 ଆୟନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପଦ୍ଧତିରେ ସମତୁଲ

ଏହି ପ୍ରଣାଳୀ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଯେ ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୟରେ କ୍ଷତି ହେଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୟରେ ଲାଭ ହେଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନ । ଏଥିରେ ନିହିତ ପଦଗୁଡ଼ିକୁ ଏହି ପ୍ରକାରର -

1. ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।
2. ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣରେ ସମସ୍ତ ପରମାଣୁ ଉପରେ ସେମାନଙ୍କର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଲେଖ ।
3. ଯେଉଁ ପରମାଣୁର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି ତାକୁ ଚିହ୍ନଟ କର । ଯେଉଁ ପ୍ରଜାତିର ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ ହେଉଛି ତାକୁ ଚିହ୍ନଟ କର ।
4. ପୂର୍ଣ୍ଣ ସମୀକରଣଟିକୁ ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ସମୀକରଣରେ ବିଭକ୍ତ କର, ଅର୍ଥାତ୍ ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଓ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।
5. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି, ସେମାନଙ୍କୁ ସମତୁଲ କର ।
6. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଜାରଣାଙ୍କର ସମୁଦାୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହିସାବରେ ଯାହା ସମୁଦାୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ସହ ସମାନ ।
7. ଉପରେ ହୋଇଥିବା ସମସ୍ତ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରତିକାରକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ମିଶାଅ ଓ ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଡାହାଣ ପାଖରେ ମିଶାଅ ।
8. ଋର୍ଜକୁ ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ H^+ (ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ) ବା OH^- (କ୍ଷାରୀୟ ମାଧ୍ୟମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ) ସମୀକରଣ ବାମ କିମ୍ବା ଡ଼ାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ମିଶାଅ ।
9. ଶେଷରେ H ଓ O ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ ସମୀକରଣର ଆବଶ୍ୟକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ H_2O ମିଶାଅ ।
10. ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଏପରି ମିଶାଅ ଯେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଯେପରି ସମସ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କଟିଯାଆନ୍ତି । ଏଥିପାଇଁ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ କୌଣସି ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ ଯାହାଦ୍ୱାରା ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ହୋଇ କଟିଯିବ ।

15.3.3 ସମତୁଲ କରିବାର ଉଦାହରଣ

ଉଦାହରଣ 15.1 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣକୁ ଆୟନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ସମତୁଲ କର ।

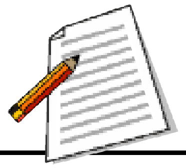
$$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$$

ଦିଆଯାଇଥିବା ନିୟମକୁ ଉଲ୍ଲେଖ କରି

ଚରଣ I ଓ II

ରଚନାତ୍ମକ ସମୀକରଣରେ ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କର ଜାରଣାଙ୍କ ସେମାନଙ୍କର ସଂକେତ ଉପରେ ଲେଖ ।

$$\overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-} + Fe^{2+} \rightarrow \overset{+3}{Cr}{}^{3+} + \overset{+3}{Fe}{}^{3+}$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ଚରଣ III : Fe^{2+} ର ଜାରଣାଙ୍କ ବଢ଼ିଥିବାରୁ ଏହାର ଜାରଣ ହୋଇଛି ଓ Cr ର ଜାରଣାଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା +6 ର +3 କୁ କମିଥିବାରୁ ଏହାର ବିଜାରଣ ହୋଇଛି ।

ଚରଣ IV : ସମୀକରଣକୁ ଦୁଇ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କର ।

(a) ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$

(b) ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$$

ପ୍ରଥମେ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମତୁଲ କର ।

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$

ଚରଣ V : ∴ ଯେଉଁ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଛି ତାକୁ ସମତୁଲ କର ।

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$$

ଚରଣ VI & VII : ସମୁଦାୟ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଲେଖ । ଏଠାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ 3, ତେଣୁ ଦୁଇଟି Cr ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ 6 ଅଟେ ।

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,e \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$$

ଚରଣ VIII : ଚାର୍ଜ ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ ବାମପାଖରେ H^+ ମିଶାଅ ।

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,e + 14H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$$

ଚରଣ IX : H ଓ O ସମତୁଲ କରିବା ପାଇଁ H_2O ମିଶାଅ ।

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

ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମତୁଲ କର

ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯେଉଁସବୁ ଚରଣ ଅନୁସରଣ କରାଯାଇଛି ସେହି ଅନୁସାରେ

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$$

(i) ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ପରମାଣଉ ସମତୁଲ ହୋଇଛନ୍ତି ତେଣୁ ଆମେ ପର ଚରଣକୁ ଯିବା ଯେଉଁଠି ଦେଖିବା କେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇଛି ।

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e$$

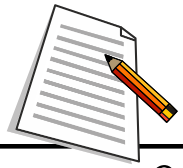
(ii) ଏଠାରେ ଚାର୍ଜ ସମତୁଲ ହୋଇଛି ।

ଚରଣ X : ଦୁଇଟି ସମତୁଲ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ମିଶାଅ ।

$$[\,Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e\,] \times 6$$

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

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 15.1

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଯୌଗିକରେ ଯେଉଁ ମୌଳିକ ଉପରେ ତାରା ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି ତାହାର ଜାରଣାଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କର ।

$\overset{*}{Si}H_4$, $\overset{*}{B}H_3$, $\overset{*}{B}F_3$, $\overset{*}{S}_2O_3^{2-}$,

$H\overset{*}{P}O_4^{2-}$, $H_2\overset{*}{S}O_4$, $H\overset{*}{N}O_3$, $\overset{*}{Br}O_4^-$

....

2. ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣରେ ଜାରଣାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ କିପରି ହୁଏ ?

....

3. ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣରେ ଜାରକ ଓ ବିଜାରକକୁ ଚିହ୍ନଟ କର ।

$H_2S + HNO_3 \longrightarrow NO + S + H_2O$

....

4. ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣରେ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

$2\,I^-(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \longrightarrow I_2(s) + 2Fe^{2+}(aq)$

$Mg(s) + Cl_2(g) \longrightarrow MgCl_2(s)$

$I_2 + HNO_3 \longrightarrow HIO_3 + NO_2 + H_2O$

....

5. ସମୀକରଣକୁ ଜାରଣାଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ସମତୁଲ କର ।

$CuO + NH_3 \longrightarrow Cu + N_2 + H_2O$

$MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

....

6. ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ଆୟନ-ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ସମତୁଲ କର ।

$NO_3^- + Bi \longrightarrow Bi^{3+} + NO_2$ (ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମ)

$MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+}$ (ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମ)

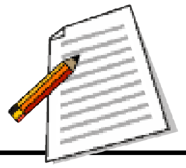
$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+}$ (ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମ)

$Al + NO_3^- \longrightarrow Al(OH)_4^- + NH_3$ (କ୍ଷାରୀୟ ମାଧ୍ୟମ)

....

15.4 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିଚାଳନା

ଯେତେବେଳେ ଏକ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ କରାଯାଏ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ପରିଚାଳନ କରିପାରେ ବା ନକରିପାରେ । ଯେଉଁ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପରିଚାଳନ କରିପାରେ ତାହାକୁ



ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କୁହାଯାଏ ଓ ଯେଉଁଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପରିଚାଳନ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଅବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ଘଟଣାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିଚାଳନ କୁହାଯାଏ । ଦ୍ରବଣର ଧନାୟନ ଓ ଋଣାୟନର ଗତୀଶୀଳତା ଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିଚାଳନ ହୋଇଥାଏ । ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହକତା (a) ଦ୍ରାବର ପ୍ରକୃତି (b) ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା (c) ଦ୍ରବଣର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ (d) ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ବିଭାଗରେ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହତାକୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିବା ଓ ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ ବିଭିନ୍ନ ଗୁଣକର ପ୍ରଭାବ ବିଷୟରେ ଶିଖିବା ।

15.4.1 ପରିବାହକତା ଓ ପରିବାହିତା

କଠିନ ପରିବାହୀ ପରି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟ ଓମ୍‌ଙ୍କ (Ohm's Law) ନିୟମ ପାଳନ କରନ୍ତି । ଯେତେବେଳ 1 ଏମ୍ପିୟର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ଯାହା R ଓମ୍ ର ପ୍ରତିରୋଧ ସୃଷ୍ଟିକରେ ଓ V ଭୋଲ୍ଟର ବିଭବ ଅନ୍ତର ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$$V = I.R$$

ଯଦି ଦ୍ରବଣକୁ ଏକ ପରିବାହିତା ସେଲ୍‌ରେ ନିଆଯାଏ, ଯେଉଁଥିରେ ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତରାଳ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ l cm ଦୂରତାରେ ଥାଆନ୍ତି ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକର ତୀର୍ଯ୍ୟକ ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A cm^2, ତେବେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପ୍ରତିରୋଧ ଶକ୍ତି 'l'ସହ ସମାନୁପାତିକ ଓ A ସହ ବିଷମାନୁପାତିକ, ଅର୍ଥାତ୍

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

ବା, $$R = \rho.\frac{l}{A} \quad \text{...(I)}$$

ଯେଉଁଠାରେ 'ρ' ଏକ ସମାନୁପାତିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଓ ତାହାକୁ ଆପେକ୍ଷିକ ରୋଧିତା କୁହାଯାଏ । ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପ୍ରକୃତି, ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ତାପମାତ୍ରାର ଏକ ବିଶିଷ୍ଟତା ଅଟେ ।

ଦ୍ରବଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରତିରୋଧକତା ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ରୋଧିତା ଅପେକ୍ଷା ସେମାନଙ୍କର ପରିବାହକତା ଓ ପରିବାହିତା ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ସମିଚୀନ । ପରିବାହକତା ପ୍ରତିରୋଧର ପାରସ୍ପରିକ ଓ ପରିବାହିତା ଆପେକ୍ଷିକ ପ୍ରତିରୋଧକତାର ପାରସ୍ପରିକ ।

ପରିବାହକତାକୁ L ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ ଓ ଏହାର ଏକକ ohm^{-1} ଯାହାକୁ ଏବେ ସାଇମେନ୍‌ସ (siemens), S ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତାକୁ k (kappa) ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ ।

ସଂଜ୍ଞା ଅନୁଯାୟୀ

$$L = \frac{1}{R} \text{ ଓ } k = \frac{1}{\rho} \quad \text{.......................................(II)}$$

R ର ଏକକ, ସମ୍ବନ୍ଧ (i) ରୁ ନିମ୍ନମତେ ବାହାର କରାଯାଇପାରିବ ।

ସମ୍ବନ୍ଧ (I) କୁ ଓଲଟା ଲେଖିଲେ $\frac{1}{R} = \frac{1}{\rho}.\frac{A}{l}$

ବା, $$L = k\frac{A}{l}$$

ବା, $$k = L\frac{l}{A}$$

$$= S\frac{cm}{cm^2} = S\ cm^{-1}$$

ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା (k)କୁ $S\ cm^{-1}$ ବା $100S\ m^{-1}$ ରେ ପରିପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

15.4.2 ପରିବାହକତାର ମାପ

ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହକତା ଏକ ପରିବାହିତା ସେଲ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ପରିବାହିତା ସେଲ୍ ଏକ ଉପାୟ ଯେଉଁଥିରେ ଦୁଇଟି ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଥାଆନ୍ତି ଓ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ଼ରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ କଳା ଲେପନ କରାଯାଇଥାଏ ।

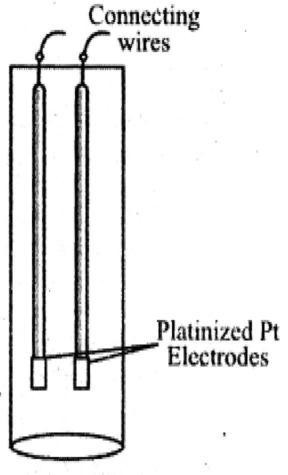


Fig. 15.1 : *Condivity Cell*

ଲମ୍ବର SI ଏକକ ହେଉଛି ମିଟର, ତେଣୁ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା (k)ର SI ଏକକ $S\ m^{-1}$, କିନ୍ତୁ ସାଧାରଣ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ଏକକ ହେଉଛି $S\ cm^{-1}$ ।

ପରିବାହିତାର ସମୀକରଣରେ, $\frac{l}{A}$ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । ଏଠାରେ 'l' ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ସୂଚାଏ ଓ 'A' ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ଼ର ତୀର୍ଯ୍ୟକ ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳକୁ ସୂଚାଏ । ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ପରିବାହିତା ସେଲ୍ ପାଇଁ $\frac{l}{A}$ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଓ ଏହାକୁ ସେଲ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା = ପରିବାହକତା × ସେଲ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

କିଛି ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା ନିମ୍ନ ସାରଣୀରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ପଦାର୍ଥ	k($S\ cm^{-1}$)	ପଦାର୍ଥ	k($S\ cm^{-1}$)
ଶୁଦ୍ଧଜଳ	6.0×10^{-8}	ରୂପାଧାତୁ	6.1×10^{5}
0.1M HCl	3.5×10^{-2}	ପାରଦ ଧାତୁ	1.0×10^{4}
0.1M NaCl	9.2×10^{-3}	କାଚ	1.0×10^{-14}
0.1M CH_3COOH	4.7×10^{-4}		
0.1M NH_4OH	3.4×10^{-4}		

ଉପର ସାରଣୀରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁଯେ ଧାତୁମାନଙ୍କର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା ବହୁତ ଅଧିକ, ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ ଓ କାଚର ବହୁତ କମ୍ ।

15.4.3 ମୋଲାର ପରିବାହିତା

ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ଦ୍ରବଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତେଣୁ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହିତାକୁ ସାଧାରଣତଃ ମୋଲାର ପରିବାହିତା ଆକାରରେ ପରିପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ସଂଜ୍ଞା : ମୋଲାର ପରିବାହିତା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଦ୍ରବଣରେ ଥିବା ଏକ ମୋଲ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ମିଳୁଥିବା ସମସ୍ତ ଆୟନମାନଙ୍କର ପରିବାହିତା ବଳକୁ ବୁଝାଏ ।

ଏହାକୁ λ_m ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ କରାଯାଏ ଓ ଏହାର k ସହ ସମ୍ବନ୍ଧ ନିମ୍ନରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି ।

$$\Lambda_m = \frac{1000\ k}{M}$$

ଏଠାରେ M ଦ୍ରବଣର ମୋଲାରିଟି ଓ ଏହାର ଏକକ $S\ cm^2\ mol^{-1}$ ଅଟେ ।

15.5 ପରିବାହିତାକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା କାରକ

ଆଗରୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହିତା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଦିଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

(a) **ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସ୍ୱଭାବ :** ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହିତା, ଏହାର ସ୍ୱଭାବର ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦିଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

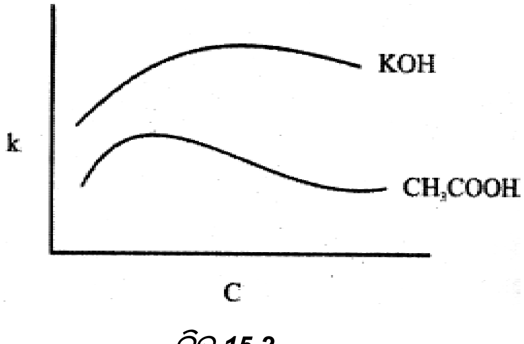
(i) **ଦୁର୍ବଳ ବା ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ –** ସମାନ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଦ୍ରବଣରେ ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟରେ କମ୍ ସଂଖ୍ୟକ ଆୟନ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାର ପରିବାହିତା ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଠାରୁ କମ୍ ।

(ii) **ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା :** ଯେଉଁ ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା ଅଧିକ ତାହାର ଚାର୍ଜ ଅଧିକ, ତେଣୁ ସେମାନେ କମ୍ ଯୋଜ୍ୟତା ଥିବା ଆୟନ ଠାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଅଧିକ ପରିବହନ କରନ୍ତି । ତେଣୁ ଯଦି ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା ଅଧିକ ତେବେ ଏହାର ପରିବାହିତା ବଳ ଅଧିକ ।

(iii) ଯେଉଁ ଆୟନର ଗତି ଅଧିକ, ତାହାର ପରିବାହିତା ବଳ ଅଧିକ ।

(b) ତାପମାତ୍ରା : ପ୍ରତି ଏକ ଡ଼ିଗ୍ରୀ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିରେ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହିତା ସାଧାରଣତଃ 2 - 3% ବଢ଼ିଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିରେ ଦ୍ରବଣର ଶ୍ୟାନତା କମିଯାଏ, ତେଣୁ ଆୟନମାନେ ଦ୍ରୁତବେଗରେ ଗତିକରନ୍ତି । ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯେତେବେଳେ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଏ, ଏହାର ବିଯୋଜନ ମାତ୍ରା ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଯାଏ ତେଣୁ ପରିବାହିତା ବଢ଼ିଯାଏ ।

(c) ସାନ୍ଦ୍ରତା : (i) ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା (k)ର ପରିବର୍ତ୍ତନ : ଯେତେବେଳେ ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କରାଯାଏ ପରିବାହିତା ବଢ଼ିଯାଏ । ଏହାର କାରଣ k, ଦ୍ରବଣର 1 cm^3 ଆୟତନରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଆୟନମାନଙ୍କର ପରିବାହିତା ବଳ ଅଟେ । ଯେତେବେଳେ ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କରାଯାଏ ପ୍ରତି cm^3 ଦ୍ରବଣରେ ଆୟନର ସଂଖ୍ୟା କମିଯାଏ ତେଣୁ k କମିଯାଏ ।



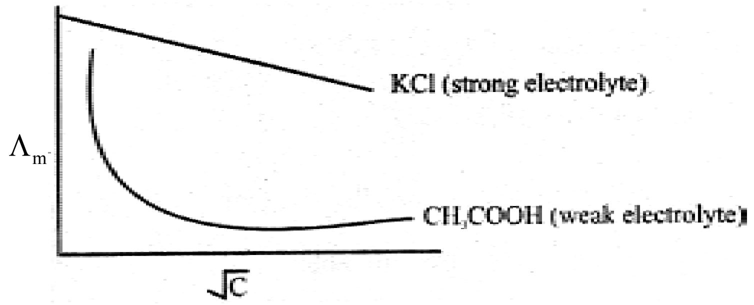
ଚିତ୍ର 15.2

(ii) ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ମୋଲାର ଓ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ପରିବାହିତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ :

ଯେତେବେଳେ ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କରାଯାଏ ମୋଲାର ପରିବାହିତା (Λ_m) ବଢ଼ିଯାଏ ।

$\Lambda m = \dfrac{1000\,k}{M}$, ଯେଉଁଠି k ପରିବାହିତା ଅଟେ ଓ M ମୋଲାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଅଟେ ।

Λ_m ର ବୃଦ୍ଧି ଦୁଇଟି କାରକ ଯୋଗୁ ହୋଇଥାଏ । ସାନ୍ଦ୍ରତା କମାଇଲେ ଉଭୟେ k ଓ M କମିଯାଏ । ଏହି ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରୁ k, Λ_m କୁ କମାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ, କିନ୍ତୁ ଅନ୍ୟ କାରକ (M) Λ_m କୁ ବଢ଼ାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଯେହେତୁ M ର ହ୍ରାସ ବହୁତ ବେଶୀ, ଅନ୍ତିମ ଫଳାଫଳ ଏହାଯେ Λ_m ବଢ଼ିଚାଲେ । କିନ୍ତୁ ସବଳ ଓ ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କଲେ ସେମାନେ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବ୍ୟବହାର ଦେଖାନ୍ତି । (ଚିତ୍ର 15.3)



ଚିତ୍ର 15.3 : ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ

ଚିତ୍ର 15.3 ରୁ ଆମେ ଜାଣିଛୁଯେ, ଦ୍ରବଣର ଲଘୁକରଣ ଯୋଗୁ ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ବୃଦ୍ଧି ବହୁତ ଧୀରେ ଧୀରେ ହୋଇଥାଏ ଓ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟ ସମସ୍ତ ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ ଅଧିକ । କିନ୍ତୁ ଏସିଟିକ୍ (CH_3COOH) ଅମ୍ଳ ପରି ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦ୍ରବଣର ଲଘୁକରଣ ଫଳରେ Λ_m ଧିରେ ଧିରେ ବଢ଼ିଚାଲେ ଓ ଅଧିକ ଲଘୁକରଣ କରିବା ପରେ ଏହା ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଭାବରେ ବଢ଼ିଯାଏ । ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ଏହି ପ୍ରକାରରେ ବୁଝାଇ ହେବ । ଯେହେତୁ KCl ଏକ ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ, ସମସ୍ତ ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ ଏହା ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ବିଯୋଜିତ । ଅଧିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଦ୍ରବଣରେ, ବିପରୀତ ଆୟନମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆକର୍ଷଣ ଅଧିକ ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର ପରିବାହିତା ଦକ୍ଷତା କମ୍ ଅଟେ । ଲଘୁକରଣ ଫଳରେ ଅନ୍ତଃ ଆୟନୀୟ ବଳ କମ ହୋଇଯାଏ ଓ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ଦୃତଗତିରେ ଗତି କରନ୍ତି ଓ ମୋଲାର୍ ପରିବାହିତା ବଢ଼ିଚାଲେ ।

ଅପର ପକ୍ଷରେ, ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଅଧିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଦ୍ରବଣରେ ମୋଲାର ପରିବାହିତା କମ୍ । ଏହାର କାରଣ ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ଆଂଶିକ ବିଯୋଜନ । ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କରିବା ଦ୍ୱାରା ବିଭାଜନ ମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଏ, ଯାହା ଆୟନ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଏ । ଏହାଫଳରେ ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ତୀକ୍ଷ୍ଣ ବୃଦ୍ଧି ଘଟେ ।

15.5.1 କୋଲାରାସ୍‌ଚଙ୍କ ନିୟମ (Kohlrausch's Law)

ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ, କୋଲରାସ୍‌ଚ ବହୁତ ଗୁଡ଼ିଏ ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତା ସ୍ଥିର କରିଛନ୍ତି । ଏହିସବୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଆଧାର କରି ସେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲେଯେ ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଟ୍ ପରିବାହିତପ୍ରତି, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଆୟନର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଯୋଗଦାନ ଅଛି । ଏହି ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଯୋଗଦାନକୁ ମୋଲାର ଆୟନିକ ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ । ସେ ତାଙ୍କର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଏହି ପ୍ରକାରରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରିଛନ୍ତି :-

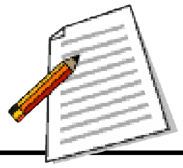
"ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହିତାପ୍ରତି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଆୟନର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଯୋଗଦାନ ଅଛି ଓ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷଣର ଅନ୍ୟ ଆୟନର ଉପସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେନାହିଁ ।" ଏହାକୁ କୋଲରାସ୍‌ଚଙ୍କର ଆୟନର ସ୍ୱାଧୀନ ଅଭିଗମନ ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।

KCl ପରି ଲବଣରେ, ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ ମୋଲାର ପରିବାହିତାକୁ ଏହି ପ୍ରକାର ଲେଖାଯାଏ ।

$$\Lambda_m^\infty KCl = \lambda_m^\infty K^+ + \lambda_m^\infty Cl^-$$

ସାଧାରଣ ଭାବରେ, ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ A_xB_y ସଂକେତ ବାଲା ଲବଣର ମୋଲାର ପରିବାହିତାକୁ ଏହି ପ୍ରକାର ଲେଖାଯାଏ ।

$$\Lambda_m^\infty (A_xB_y) = x\lambda_m^\infty (A^{y+})^+ + y\lambda_m^\infty (B^{x-})$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ଯେଉଁଠି Λ_m^∞ ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣର ମୋଲାର ପରିବାହିତାକୁ ସୂଚୀତ କରେ । ଯେଉଁ ଦୁର୍ବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତା ରେଖାଚିତ୍ର ଦ୍ୱାରା ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ Λ_m^∞ ହିସାବ କରାଯାଇ ନ ପାରିବ, ତାହା ଏହି ନିୟମ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା କରାଯାଇପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 15.2 : NaCl, HCl ଓ CH_3COOH ପାଇଁ Λ^∞ ଯଥାକ୍ରମେ 126.0, 426.0 ଓ 91.0 S cm^2 mol^{-1}, CH_3COOH ର Λ^∞ ହିସାବ କର ।

ପ୍ରଶ୍ନ ସମାଧାନ : $\Lambda^\infty CH_3COOH = \lambda^\infty\left(H^+\right) + \lambda^\infty\left(CH_3COO^-\right)$

$$= \lambda^\infty(H)^+ + \lambda^\infty(Cl)^- + \lambda^\infty\left(Na^+\right) + \lambda^\infty(CH_3COO) - \lambda^\infty\left(Na^+\right) - \lambda^\infty\left(Cl^-\right)$$

$= 426.00 + 91.0 - 126.00 = 391.00$ S cm^2 mol^{-1}

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 15.2

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟମାନଙ୍କର ଦ୍ରବଣ କିପରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନ କରେ ?

   ....

2. ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା ଓ ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

   ....

3. ପରିବାହକତା ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତାର ଏକକ ଲେଖ ।

   ....

4. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ପରିବାହକତା ଉପରେ ପ୍ରଭାବ ପକାଉଥିବା କାରକମାନଙ୍କର ଚିଠା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ।

   ....

5. ଦୁର୍ବଳ ଓ ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ରେଖାଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

6. $Al_2(SO_4)_3$ ର ଅନନ୍ତ ଲଘୁକରଣରେ ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

....

15.6 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଓ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିର ଅର୍ନ୍ତରୂପାନ୍ତରଣର ଏକ ଉପାୟ । ଏଥିରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ (କେଥୋଡ୍ ଓ ଏନୋଡ୍) ଓ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ଦ୍ରବଣ ଥାଏ ।

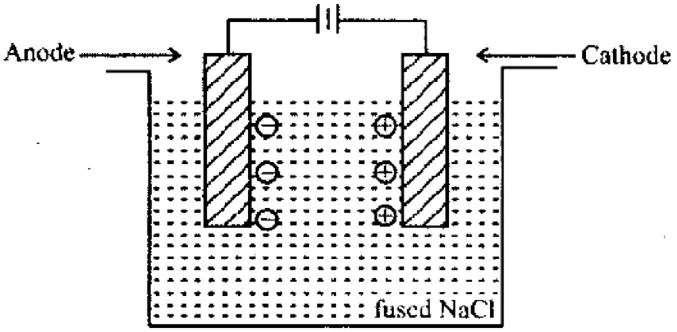
ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତରଣର ସ୍ୱଭାବକୁ ଆଧାର କରି ଏହା ଦୁଇପ୍ରକାରର ।

(a) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ସେଲ୍ (Faradaic cell)

(b) ଗାଲଭାନିକ୍ ସେଲ୍ (Voltaic cell)

15.7 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ସେଲ୍

ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲ୍‌ରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥାଆନ୍ତି, ଯାହା ଚିତ୍ର 15.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 15.4 : ***ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ସେଲ୍***

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କଲେ ଯେଉଁ ପ୍ରଣାଳୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ବିଘଟିତ ହୋଇ ଆୟନରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ସେହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷଣ କୁହାଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ ଏକ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ, ଯଥା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ବିଘଟିତ ହୋଇ ଆୟନରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ସେଲ୍‌ରେ ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ Cl^- ଆୟନଗୁଡ଼ିକ +ve ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼୍ (ଏନୋଡ଼୍) ଆଡ଼କୁ ଗତିକରନ୍ତି ଓ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଦେବାପରେ ଜାରିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି । Na^+ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ –ve ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ (କେଥୋଡ଼୍) ଆଡ଼କୁ ଗତିକରନ୍ତି ଓ ବିଜାରିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ନିମ୍ନମତେ ଦର୍ଶାଯାଇପାରିବ ।

ଏନୋଡ଼ଠାରେ ଜାରଣ :

$$Cl^- \rightarrow Cl + e$$

$$Cl + Cl \rightarrow Cl_2(g)$$

ଓ କେଥୋଡ଼ଠାରେ ବିଜାରଣ : $Na^+ + e \rightarrow Na$

15.7.1 ଗାଲ୍‌ଭାନିକ୍ ସେଲ୍

ଏହି ସେଲ୍‌କୁ ଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ସେଲ୍ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଏହି ସେଲ୍‌ରେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଶୁଷ୍କସେଲ୍, କାରରେ ବ୍ୟବହୃତ ବ୍ୟାଟେରୀ, ହାତଘଣ୍ଟାରେ ବ୍ୟବହୃତ ବଟନ୍ ସେଲ୍ ଏହିପ୍ରକାର ସେଲ୍‌ର ଉଦାହରଣ । ଏଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନକାରୀ ଉପାୟ ।

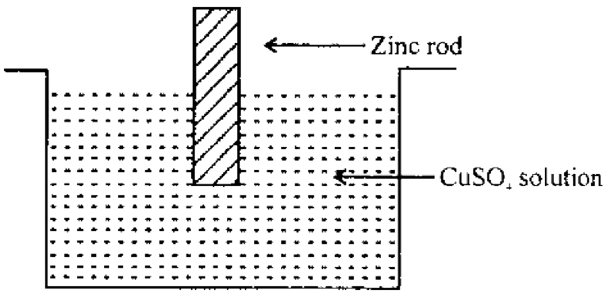
15.7.2 ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଓ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ୍ ସେଲ୍

ତୁମେ ଆଗରୁ ଜାଣିଛଯେ, ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ, ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଶିଖିବା କିପରି ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଯୋଗୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

ଯେତେବେଳେ କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ($CuSO_4$) ଦ୍ରବଣରେ ଏକ ଦସ୍ତା ଦଣ୍ଡକୁ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଯାଏ ।

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

ଟିପ୍ପଣୀ



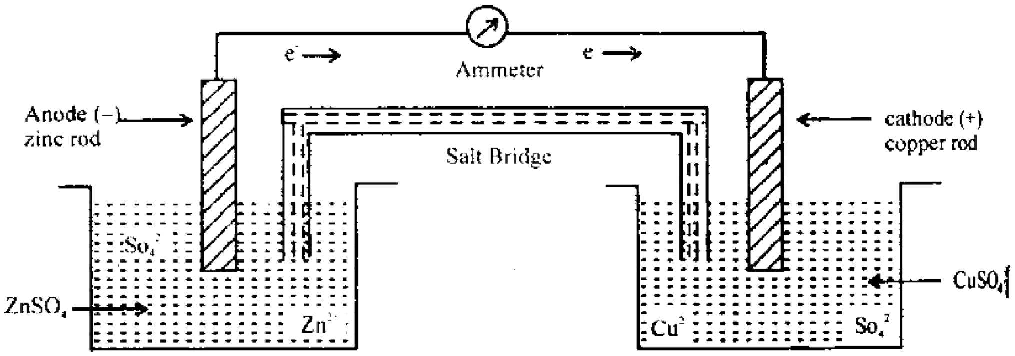
ଚିତ୍ର 15.5 : *ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା*

ଏହା ଏକ ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉଦାହରଣ । ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ।

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

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

ଏହି ବିଜାରଣ -ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡ ଦେଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସିଧାସଳଖ ଭାବରେ Cu^{2+} ଆୟନ ଦ୍ୱାରା ଉପଭୁକ୍ତ ହୁଏ । ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡରୁ ବାହାରୁ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଯଦି କୌଣସି ପ୍ରକାରରେ ଆମେ ତାର ଦ୍ୱାରା Cu^{2+} ଆୟନ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚାଇ ପାରିବା ତେବେ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିବା । ଏଥିପାଇଁ, ଚିତ୍ର 15.6 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ୍ ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରାଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 15.6 ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡ ଓ ତମ୍ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ଥିବା ଡ଼ାନିଏଲ୍ ସେଲ୍)

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍‌ରେ ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡଟି ଗୋଟିଏ ବିକରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜିଙ୍କ୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଇଥାଏ ଓ ଏକ ତମ୍ବାଦଣ୍ଡ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିକରରେ ନିଆଯାଇଥିବା $CuSO_4$ ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଦୁଇ ଦ୍ରବଣକୁ ଏକ ଲବଣ ସେତୁ (ସଲ୍‌ଟ୍ ବ୍ରିଜ) ଦ୍ୱାରା ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ ଓ ଦୁଇଟି ଧାତୁକୁ ତାର ଦ୍ୱାରା ଆମିଟର ସହ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ଏଠାରେ ଆମେ ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡରୁ ତମ୍ବା ଦଣ୍ଡକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗତିକରିବା ଲକ୍ଷ୍ୟକରୁ । ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଧାତୁକୁ ତାହାର ନିଜ ଲବଣର ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ଏହାକୁ ଏକ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ଜିଙ୍କ୍ ସଲଫେଟ୍‌ରେ ବୁଡ଼ାଯାଇଥିବା ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡ ଏକ ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍ କାରଣ ଏଠାରେ ଜାରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e \text{ (ଜାରଣ)}$$

ଯେଉଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବାହାରେ ତାହାକୁ ଦସ୍ତାଦଣ୍ଡ ନେଇ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ହୋଇଯାଏ ।

କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଇଥିବା ତମ୍ବାଦଣ୍ଡ ଏକ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍ । ତମ୍ବା କେଥୋଡ଼ର କାମ କରେ ଓ ଏଠାରେ ବିଜାରଣ ହୁଏ ।

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

ଏଠାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ଼ରୁ (ଏନୋଡରୁ) ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ଼ (କେଥୋଡ) ଆଡ଼କୁ ଗତି କରେ ।

15.7.3 ଲବଣ ସେତୁ (Salt Bridge)

ଲବଣ ସେତୁ ଏକ ତଳମୁହାଁ U ନଳୀ ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରଶମିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଯଥା – KCl ବା NH_4NO_3 ର ଗାଢ଼ ଦ୍ରବଣ ନିଆଯାଇଥାଏ ଯାହା ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଂଶ ଗ୍ରହଣ କରେନାହିଁ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟକୁ ଦ୍ରବଣ ଆକାରରେ ନିଆଯାଏ ଓ ଏଥିରେ ଅଗର-ଅଗର ଜେଲି ମିଶାଯାଇଥାଏ ।

ଏହି ମିଶ୍ରଣକୁ ଗରମ କରି, ଗରମ ଅବସ୍ଥାରେ U ନଳୀରେ ଭର୍ତ୍ତି କରାଯାଏ । ଥଣ୍ଡା ହେଲା ପରେ ଏହା ଜେଲିଭଳି ଜମିଯାଏ ଓ ବ୍ୟବହାର ସମୟରେ ଆଉ ନଳୀ ମଧ୍ୟରୁ ବାହାରି ଯାଏନାହିଁ । ଲବଣ ସେତୁର ଦୁଇଟି କାର୍ଯ୍ୟ ଅଛି ।

(i) ଏହା ଭିତର ସର୍କିଟ୍‌କୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ କରେ । ଏହା ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୋଗ ସ୍ଥାପନ କରେ ଓ ଏହା ଦୁଇଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ଦ୍ରବଣକୁ ମିଶିବାକୁ ଦିଏନାହିଁ ।

(ii) ଏହା ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍‌ରେ ଚାର୍ଜ ସଂଚୟ ହେବାକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷତା ବଜାୟ ରଖେ ।

ଲବଣ ସେତୁର ଧନାୟନ ଓ ଋଣାୟନ ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍ ମଧ୍ୟକୁ ଗତିକରି ସଂଚୟ ହୋଇଥିବା ଚାର୍ଜକୁ ପ୍ରଶମିତ କରନ୍ତି । ଧନାୟନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲକୁ ଗତିକରି ଚାର୍ଜକୁ ପ୍ରଶମିତ କରନ୍ତି । ଋଣାୟନ ଗୁଡ଼ିକ ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ସେଲ୍‌କୁ ଗତିକରି ମାତ୍ରାଧିକ ଚାର୍ଜକୁ ପ୍ରଶମିତ କରନ୍ତି ।

ଡ଼ାନିଏଲ୍ ସେଲ୍‌ରେ ଲବଣ ସେତୁକୁ ସରନ୍ଧ୍ର ପାତ୍ରଦ୍ୱାରା ବଦଳା ଯାଇଥାଏ, କାରଣ ବ୍ୟବହାର କରିବା ପାଇଁ ଏହି ପ୍ରକାର ସେଲ୍ ଖୁବ୍ ଉପଯୋଗୀ ଅଟେ ।

15.7.4 ଗାଲ୍‌ଭାନିକ୍ ସେଲ୍‌ର ସାଙ୍କେତିକ ଚିତ୍ରଣ

ପୂର୍ବ ବିଭାଗରେ Zn - Cu ସେଲ୍ ଥିଲା, କିନ୍ତୁ ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ଉପଯୁକ୍ତ ଧାତୁକୁ ସେଲ୍ ତିଆରି ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଆମ୍ଭେ ସେଲ୍‌କୁ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରୁନାହୁଁ । ଏହାକୁ ସାଙ୍କେତିକ ଭାବରେ ସାଧାରଣ ସଂକେତ ସାହାଯ୍ୟରେ ଚିତ୍ରଣ କରାଯାଏ । ସଂକେତ ଲେଖିବାର ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରକାରର-

1. ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଏନୋଡ଼ ଓ ଡ଼ାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ କେଥୋଡ଼ ଲେଖାଯାଏ ।

2. ଏନୋଡ଼ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍‌ରେ ଧାତୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ଼କୁ ଏହାର ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ଲେଖାଯାଏ ଓ ତାପରେ ଧନାୟନ (ଧାତୁର ଆୟନ)କୁ ଲେଖାଯାଏ ଓ ଏହାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଛୋଟ ବନ୍ଧନୀ ମଧ୍ୟରେ ଲେଖାଯାଏ । ଧାତୁ ଓ ତାହାର ଧନାୟନକୁ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବାକାର ରେଖାଦ୍ୱାରା ଅଲଗା କରାଯାଏ ।

$$Zn(s)\,|\,Zn^{2+}{}_{(aq)}\ (1M)$$

3. ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍‌ରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ଋଣାୟନ ପ୍ରଥମେ ଲେଖାଯାଏ ଓ ତାପରେ ଲମ୍ବାକାର ରେଖା ଓ ତାପରେ ଧାତୁ ଲେଖାଯାଏ ।

$$Cu^{2+}{}_{(aq)}(1M)\,|\,Cu(s)$$

ଟିପ୍ପଣୀ

4. ଲବଣ ସେତୁ (Salt bridge)କୁ ଦୁଇଟି ଲମ୍ବା ଗାର ଦ୍ୱାରା ଚିତ୍ରଣ କରାଯାଏ । ତେଣୁ ଉପର ବର୍ଣ୍ଣିତ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ ସେଲ୍‌କୁ ଏହି ପ୍ରକାରରେ ଲେଖାଯାଏ ।

$$Zn(s)\ |Zn^{2+}{}_{(aq)}(1M)||\ Cu^{2+}{}_{(aq)}(1M)\ |\ Cu(s)$$

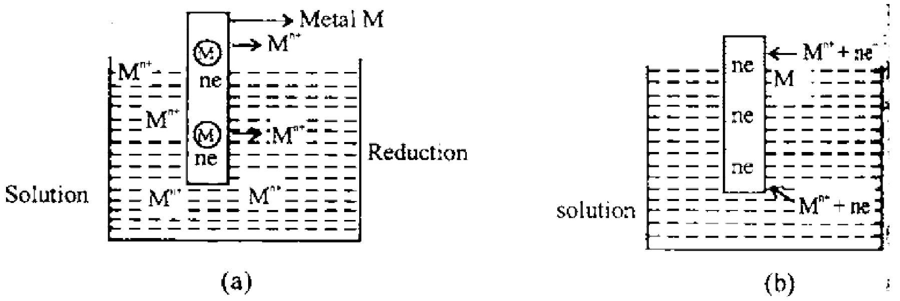
ବା

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

15.8 ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ ବିଭବ

ଧାତୁ ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ହରାଇବା ପ୍ରବୃତ୍ତି ଥିବାଯୋଗୁ ଏହା ଧାତବ ଆୟନ ଆକାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଲାଭ କରିବା ବା ହରାଇବା ପ୍ରବୃତିର ମାପକକୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ ବିଭବ କୁହାଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଧାତୁ ଫଳକ M, ଏହାର M^{n+} ଆୟନ ଥିବା ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ, ଚିତ୍ରରେ (15.7) (a) କିମ୍ବା (b) ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଘଟିତ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 15.7 : *ଧାତୁକୁ ଏହାର ଆୟନ ଥିବା ଦ୍ରବଣରେ ରଖାଯାଇଛି*

(i) ବିଯୋଜନ ପ୍ରଣାଳୀ, ଯେଉଁଠାରେ ଧାତୁର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ର ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ M କୁ କିଛି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦେଇ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ M^{n+} ଆୟନ ଆକାରରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ।

$M \rightarrow M^{n+} + ne$ (ଧାତୁର ଜାରଣ ହୋଇଯାଏ)

ଧାତୁର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ଟି ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଯୁକ୍ତ ହୁଏ ଓ ଦ୍ରବଣର ଅଧିକ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବଢ଼ିଯାଏ ।

(ii) ନିକ୍ଷେପ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଦ୍ରବଣର M^{n+} ଧନାୟନଗୁଡ଼ିକ ଧାତୁ ଫଳକ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି କେତେକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରି ଧାତୁ ପରମାଣୁରେ (M) ପରିଣତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି, ଯାହା ଧାତୁ ଫଳକ ଉପର ନିକ୍ଷେପିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଚାର୍ଜର ପୃଥକୀକରଣ ହୁଏ ଓ ଏକ ବିଭବର ବିକାଶ ଘଟେ ଯାହାକୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ ବିଭବ କୁହାଯାଏ ।

$M^{n+} + ne^- \rightarrow M$ (ଆୟନର ବିଜାରଣ ହୋଇଯାଏ)

ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ଏକ ସମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚେ ଯାହା ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

$$M(s) \underset{\text{ଜାରଣ}}{\overset{\text{ବିଜାରଣ}}{\rightleftharpoons}} M^{n+}(aq) + ne^-$$

ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ଏକ ବିଭବ, ଯାହା ଧାତୁ ଓ ଏହାର ଲବଣର ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଅନ୍ତଃ ପୃଷ୍ଠରେ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ, ଯେତେବେଳେ ଧାତୁକୁ ତାହାର ଲବଣର ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ ।

15.8.1 ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ :

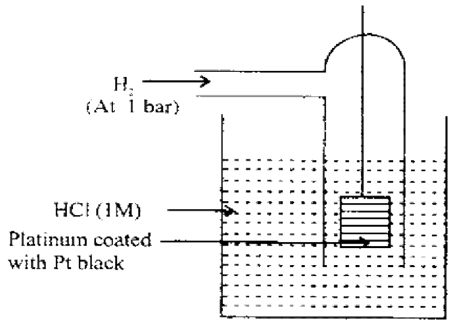
ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ ମାନକ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛି ବୋଲି କୁହାଯିବ ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏକ ମୋଲାର ଓ ତାପମାନ 298K ଅଟେ । ଏହାର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବକୁ ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ କୁହାଯାଏ ଓ ଏହାକୁ E^0 ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ କରାଯାଏ । ଯଦି କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ସେତେବେଳେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ 1 bar ହେବା ଉଚିତ୍ ।

15.9 ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ନିର୍ଣ୍ଣୟ

ଏକକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ନୁହେଁ । କାରଣ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ନିକଟରେ ସଂଘଟିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଜାରଣ କିମ୍ୱା ବିଜାରଣ ଏବଂ ଏହା ପୃଥକ ଭାବରେ ହୁଏନାହିଁ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ । ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ (SHE or NHE)କୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

15.9.1 ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍

ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ IMHCl ଦ୍ରବଣ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ତାକୁ 298 K ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଏ । ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ଉପରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ କଳାର ଏକ ପ୍ରଲେପ ଦିଆଯାଇ ଗୋଟିଏ ତାର ସାହାଯ୍ୟରେ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ । ବିଶୁଦ୍ଧ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ 1 bar ଚାପରେ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ ଯାହା ବୁଦ୍ ବୁଦ୍ ଆକାରରେ ବାହାରିଥାଏ ।



(ଚିତ୍ର 15.8 : *ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍*)

ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ବିଭବ (E^0)କୁ ସମସ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୂନ୍ୟ ଭାବରେ ଧରାଯାଇଛି । ଅନ୍ୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ସ୍ୱଭାବ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍‌କୁ ଏନୋଡ୍ ବା କେଥୋଡ୍ ଆକାରରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ । ଯଦି ଏହା ଏନୋଡ୍ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ଏଥିରେ ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

$$H_2(g) \longrightarrow 2H^+ (aq) + 2e^-$$

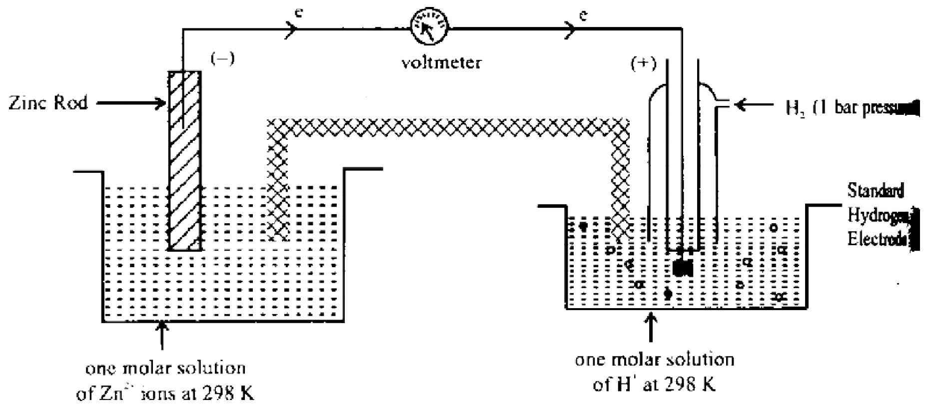
ଯଦି କେଥୋଡ୍ ପରି କାର୍ଯ୍ୟକରେ ତେବେ ଏଥିରେ ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

$$2H^+ (aq) + 2e \longrightarrow H_2(g)$$

15.9.2 ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ

(i) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ପରିମାଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ : ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ, ଏହାକୁ ଏକ ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରି ମପାଯାଇପାରିବ । ଏହାକୁ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ, ମନେକର ଆମେ ଗୋଟିଏ ଦସ୍ତା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ମାପିବା । ଗୋଟିଏ ଦସ୍ତାଫଳକକୁ 1M Z_nSO_4 ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଉ ଓ ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରାଯାଉ । ଏହି ସେଲ୍‌ର emf ମାପିଲେ 0.76 V ହେବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ



ଚିତ୍ର 15.9 : (Z_n/ Z_n^{2+} ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ମାନକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ନିର୍ଣ୍ଣୟ)

ଯେତେବେଳେ ତମ୍ବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌କୁ ଯଥା ତମ୍ବାଫଳକକୁ 1M $CuSO_4$ ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ ଓ ଗୋଟିଏ ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ, ସେଲ୍‌ର emf ମାପିଲେ 0.34 V ହେବ ।

(ii) ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ଚିହ୍ନ : ଆଲୋଚିତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ସହ ଗୋଟିଏ ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌କୁ ସଂଯୋଗ କଲେ ଗୋଟିଏ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ୍ ସେଲ୍ ତିଆରି ହୁଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ବିଭବ ଏକ ଭୋଲ୍‌ଟ ମିଟର ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଯଦି ନିଆଯାଇଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ଟି ଧନାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ହୁଏ, ଏହାର ବିଭବରେ ଧନାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଏ ଓ ଯଦି ଏହା ଋଣାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ହୁଏ ତେବେ ଏହାର ବିଭବରେ ଋଣାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଦସ୍ତା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ଟି ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ (SHE)ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥାଏ, ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ବିଭବ ଋଣାତ୍ମକ ଅଟେ କିନ୍ତୁ ତମ୍ବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ରେ ଏହା ଧନାତ୍ମକ ଅଟେ ।

15.10 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ ଓ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ

15.10.1 ସେଲ୍ emf ଓ ବିଭବାନ୍ତର

ଗୋଟିଏ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ ସେଲ୍‌ରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବର ପ୍ରଭେଦ, ଯେତେବେଳେ ଅନାବୃତ ପରିପଥରେ (open circuit) ମପାଯାଏ ତାହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାଳକ ବଳ ବା ସେଲ୍ emf କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଏହା ବାହାର ଭାର ସହ ସଂବୃତ ପରିପଥ (closed circuit)ରେ ବାହ୍ୟଭାର ମପାଯାଏ, ଏହାକୁ ବିଭବାନ୍ତର କୁହାଯାଏ ।

ସେଲ୍ emf କୁ ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟର (potentiometer) ଦ୍ୱାରା ମପାଯାଇପାରିବ । ଏହା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ସ୍ୱଭାବ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

15.10.2 ମାନକ ସେଲ୍ emf

ଯଦି ଅର୍ଦ୍ଧ ସେଲ୍ ଦୁଇଟିମାନଙ୍କ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ତେବେ ସେଲ୍‌ର emf ମାନକ ହୋଇଥାଏ ଓ ଏହା E^0 ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ ହୁଏ ।

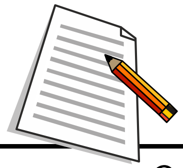
15.10.3 ସେଲ୍ emf ଓ ଓଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ

ମାନକ ସେଲ୍ emf, ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଏନୋଡ୍ ଓ କେଥୋଡ୍‌ର ମାନକ ବିଜାରଣ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ।

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

ସେଲ୍ emf, ଏଥିରେ ଥିବା ଏନୋଡ଼ ଓ କେଥୋଡ଼୍‌ର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ।

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$



15.10.4 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ

ଅନେକ ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ର ମାନକ ବିଭବ ମପାଯାଇଛି ଓ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ବର୍ଦ୍ଧିତ କ୍ରମରେ ଏକ ଶ୍ରେଣୀରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି, ଯାହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ କୁହାଯାଏ । ଟେବୁଲ୍ 15.2 ରେ କେତେକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ମାନକ ବିଜାରଣ ବିଭବ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଟେବୁଲ୍ 15.2 : ମାନକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ

ମୌଳିକ	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	E^0 (V)
Li	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	– 3.045
K	$K^+ + e^- \rightarrow K$	– 2.925
Cs	$Cs^{2+} + e^- \rightarrow Cs$	– 2.923
Ba	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	– 2.906
Ca	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	– 2.866
Na	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	– 2.714
Mg	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	– 2.363
Al	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	– 1.662
H_2	$H_2O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	– 0.829
Zn	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	– 0.763
Fe_1	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	– 0.440
Cd	$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	– 0.403
Pb	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	– 0.310
Co	$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	– 0.280
Ni	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	– 2.250
Sn	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	– 0.136
Pb	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	– 0.126
Fe	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	– 0.036
H_2	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$(SHE)	0
Cu	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	+ 0.153
S	$S_4O_6^{2-} + 2e^- \rightarrow 2S_2O_3^{2-}$	+ 0.170
Cu	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+ 0.337
I_2	$I_2^+ + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+ 0.534
Fe	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+ 0.77
Ag	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0.799
Hg	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	+0.854
Br_2	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+ 1.066
O_2	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.230
Cl_2	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.359
Au	$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1.498
Mn	$MnO_4^+ + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^2 + 4H_2O$	+1.520
F_2	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.870

ସବୁଠାରୁ ସକ୍ରିୟ ଧାତୁ ଲିଥିୟମ୍‌କୁ ସବା ଉପରେ ଓ ସବୁଠାରୁ ସକ୍ରିୟ ଅଧାତୁ ଫ୍ଲୋରିନ୍‌କୁ ସବାତଳେ ରଖାଯାଇଛି । ତେଣୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁଯେ ଲିଥିୟମ୍ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ବଳବାନ୍ ବିଜାରକ ଓ ଫ୍ଲୋରିନ୍ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ବଳବାନ୍ ଜାରକ ।

15.10.5 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀର ପ୍ରୟୋଗ

(i) ଏହା ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବିଷୟରେ ସୂଚନା ଦିଏ । ଶ୍ରେଣୀରେ ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଆୟନ ଏହାର ତଳକୁ ଥିବା ସମସ୍ତ ଧାତୁକୁ ଜାରଣ କରେ ଓ ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଧାତୁ ଏହାର ଉପରକୁ ଥିବା ଯେକୌଣସି ଧାତୁର ଆୟନକୁ ବିଜାରଣ କରେ ।

ଉଦାହରଣ : ଦସ୍ତା ଓ ଲୁହା ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସୂଚନା ଦିଅ । ଦିଆଯାଇଛି

$E^0 Z_n^{2+}|Z_n = -0.763$ V ଓ $E^0 Fe^{2+}|Fe = -0.44$ V

$Zn^{2+}|Zn$ ର E^0 ମୂଲ୍ୟ $Fe^{2+}|Fe$ ଠାରୁ କମ୍ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଦସ୍ତାର ବିଜାରଣ ବଳ ଲୁହାଠାରୁ ଅଧିକ ବା ଦସ୍ତା ଲୁହାଠାରୁ ଶୀଘ୍ର ଜାରଣ ହୁଏ । ଦସ୍ତା ଲୁହାକୁ ବିଜାରଣ କରିବ ଓ ନିଜେ ଜାରିତ ହୋଇଯିବ । ଦସ୍ତା ଓ ଲୁହା ମଧ୍ୟରେ ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

$$Zn + Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Fe$$

(ii) ଏହା ଏକ ଗାଲ୍‌ଭାନିକ ସେଲ୍‌ର emf ହିସାବ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

E^0_{cell} ସେଲ୍ ସର୍ବଦା ଧନାତ୍ମକ ହେବା ଉଚିତ୍ । ଯଦି E^0_{cell} ଋଣାତ୍ମକ ହୋଇଯାଏ ଏହାର ଅର୍ଥ ସେଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ନାହିଁ, ତେଣୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌କୁ ଅଦଳବଦଳ କରାଯିବା ଉଚିତ୍ ।

ଉଦାହରଣ : ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସେଲ୍‌ର E^0_{cell} ହିସାବ କର ।

$$Mg|Mg^{2+}(1M)\|\ Ag^{+}(1M)|Ag$$

ଟେବୁଲ୍‌ରୁ ଆମେ ଜାଣୁଯେ $E^0Mg^{2+}/Mg = -2.365$ ଓ $E^0Ag^{+}/Ag = 0.80$ V

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

$= 0.80 - (-2.365)$

$= 0.80 + 2.365$

$= 3.165$ V

(iii) ଏହା ବିଜାରଣ -ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମ୍ଭାବନା ସୂଚୀତ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

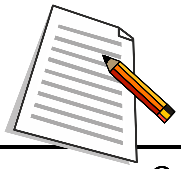
ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ E^0 ହିସାବ କରି, ଏହି ପ୍ରତିକିୟା ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ସୂଚୀତ କରାଯାଇପାରେ । ବିଜାରଣ - ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏନୋଡ୍ ପରି ଓ ବିଜାରଣ ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କେଥୋଡ୍ ପରି କାମ କରେ । ସେଲ୍‌ର ଧନାତ୍ମକ E^0, ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମ୍ଭାବନାକୁ ସୂଚାଏ ।

ଉଦାହରଣ 15.3 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେବା ସମ୍ଭବ କି ନାହିଁ ସୂଚୀତ କର ।

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

ଦିଆଯାଇଛି $E^0_{Ag^+}/Ag = 0.80\,V$ ଓ $E^0_{Cu^{2+}}/cu = 0.34\,V$

ଦିଆଯାଇଥିବା ବିଜାରଣ - ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଭାବରେ ଲେଖିହେବ ।



ଏନୋଡ୍ (ଜାରଣ) $2Ag(s) \rightarrow 2Ag^{+}(aq) + 2e^{-}$

କେଥୋଡ୍ (ବିଜାରଣ) $Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$

$$E^{0}_{cell} = E^{0}_{cathode} - E^{0}_{anode}$$
$$= E^{0}Cu^{2+}/Cu - E^{0}Ag^{+}/Ag$$
$$= 0.34V - 0.80V$$
$$= -0.46V$$

E^0 ର ଋଣାତ୍ମକ ମାନ ସୂଚୀତ କରୁଛିଯେ ଉପରଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଦାପି ହେବନାହିଁ ଓ ରୂପା ତମ୍ବାକୁ Cu^{2+} ଆୟନ ଥିବା ଦ୍ରବଣରୁ ବିସ୍ଥାରିତ କରିପାରିବ ନାହିଁ ।

(iv) ଗୋଟିଏ ଧାତୁ, ଅମ୍ଳରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ମୁକ୍ତ କରିପାରିବ କି ନାହିଁ ତାହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀରେ ଯେଉଁ ଧାତୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ଉପରକୁ ରହିଥାଏ, ତାହା ଅମ୍ଳରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ମୁକ୍ତ କରିପାରେ ଯେହେତୁ ଏହା ଉଦ୍‌ଜାନ ଠାରୁ ଅଧିକ ଉତ୍ତମ ଜାରକ । ତେଣୁ ଦସ୍ତା, ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ୍, କାଲ୍‌ସିୟମ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଧାତୁ HCl ବା H_2SO_4 ରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ବିସ୍ଥାରିତ କରିପାରନ୍ତି କିନ୍ତୁ ତମ୍ବା, ରୂପା ଇତ୍ୟାଦି ଧାତୁ ଅମ୍ଳରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ବିସ୍ଥାରିତ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ ।

15.11 ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ପାଇଁ (Nernst) ସମୀକରଣ

ନର୍ଷ୍ଟ ସମୀକରଣ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟରୁ ଆୟନମାନଙ୍କର ସାନ୍ଦ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ବନ୍ଧ ସ୍ଥାପନ କରେ । ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ସର୍ବଦା ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ରୂପରେ ଲେଖାଯାଏ । ସାଧାରଣ ଭାବରେ ଗୋଟିଏ ଧାତୁ ପାଇଁ M ର ଉଦାହରଣ ନିଆଯାଉ ।

$$M^{n+}(aq) + ne \longrightarrow M(s)$$

ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ବିଭବ ପାଇଁ ନର୍ଷ୍ଟ ସମୀକରଣ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି ।

$$E = E^{0} - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{[M]}{[M^{n+}]} \text{......................(i)}$$

ଯେଉଁଠାରେ E = ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ

E^0 = ମାନକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ (ବିଜାରଣ)

R = ଗ୍ୟାସ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ $JK^{-1}mol^{-1}$ ରେ

T = କେଲଭିନ୍ ତାପମାତ୍ରା

F = ଫାରାଡ଼େଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ

n = ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ସନ୍ନିହିତ ଇଲେକଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା

$[M^{n+}]$ = M^{n+} ଆୟନର ମୋଲାର ସାନ୍ଦ୍ରତା

[M] = ଶୁଦ୍ଧ କଠିନ ଧାତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଯାହାକୁ 1 ନିଆଯାଏ ।

ତେଣୁ $E = E^{0} - \frac{2.303\,RT}{nF} \log \frac{1}{[M^{n+}]}$ ....(ii)

ଯଦି ଆମେ R,T ଓ F ର ମୂଲ୍ୟ ସମୀକରଣ (ii) ର ଲେଖୁ, ଯଥା –

$R = 8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1}$, F = 96500 Coulomb, T = 298 K

ତେବେ ଆମେ ପାଉ $E = E^0 - \frac{0.0591}{n} \log \frac{1}{[M^{n+}]}$ ....(ii)

ଉଦାହରଣ : ତମ୍ବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ଯଦି ଅର୍ଦ୍ଧ ସେଲ୍ ହୁଏ,

ତେବେ $Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu\ (s)$

ଏଠାରେ n = 2, $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\,V$

$$\therefore\ E_{Cu^{2+}/Cu} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - \frac{0.0591}{2} \log \frac{1}{[Cu^{2+}]} \text{......................(iv)}$$

ଯେହେତୁ $E^0_{Cu^{2+}/Cu}$ 0.34 V ଅଟେ ସମୀକରଣ (iv) ହୋଇଯିବ

$$\therefore E_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34 - 0.0295 \log \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

ଉଦାହରଣ 15.4 : 298 K ରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅର୍ଦ୍ଧସେଲ୍‌ର ବିଜାରଣ ବିଭବ ହିସାବ କର ।

$Ag^+ (0.1M) + e^- \rightarrow Ag\ (s)$

$E^0 = 0.80\ V$

$$E = E^0 - \frac{0.0591}{n} \log \frac{1}{[Ag^+]}$$

$$= 0.80 - \frac{0.0591}{1} \log \frac{1}{0.1}$$

$$= 0.80 - 0.0591 \log 10$$

$$= 0.80 - 0.0591 = 0.741\ V$$

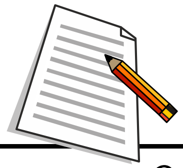
15.11.1 ସେଲ୍ emf ପାଇଁ Nernst ସମୀକରଣ

ଏକ ସାଧାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ

$$aA + bB \rightarrow xX + yY$$

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303\,RT}{nF} \log \frac{[X]^x [Y]^y}{[A]^a [B]^b}$$

ତେଣୁ $Ni(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2Ag$



ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ,

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303\,RT}{nF} \log \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ : ସମୀକରଣରେ ଆୟନର ସାନ୍ଦ୍ରତା କେବଳ ଲେଖାଯାଏ କାରଣ ଶୁଦ୍ଧ କଠିନ ବା ଦ୍ରାବକର ସାନ୍ଦ୍ରତାକୁ 1 ଧରାଯାଏ ।

'n'ର ମାନ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ ସମୀକରଣକୁ ଦୁଇଟି ଅର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ ।

ଏନୋଡ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (ଜାରଣ) $\quad Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2e$

କେଥୋଡ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (ବିଜାରଣ) $\quad 2Ag^+(aq) + 2e \rightarrow 2Ag(s)$

ଏହାକୁ ଏକ ସେଲ୍ ଆକାରରେ ଦର୍ଶାଯାଇପାରେ ।

$$Ni \,|\, Ni^{2+} \,\|\, Ag^+ \,|\, Ag$$

'n'ର ମୂଲ୍ୟ 2, କାରଣ ଏନୋଡ୍ ଓ କେଥୋଡ୍ ମଧ୍ୟରେ 2 ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଦଳ ବଦଳ ହୁଅନ୍ତି ।

ଉଦାହରଣ 15.5 : 298 Kରେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସେଲ୍‌ର EMF ହିସାବ କର ।

$$Ni(s) \,|\, Ni^{2+}(0.001M) \,\|\, Ag^+(0.01M) \,|\, Ag(s)$$

$$E^0\ Ni^{2+}|Ni = 0.25\,V \qquad E^0\ Ag^+|Ag = 0.80\ V$$

ପ୍ରଦତ୍ତ ମୂଲ୍ୟରୁ ଆମେ ପାଉ ଯେ,

$$E_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

$$= 0.80 - (-0.25)\,V$$

$$= 1.05\ V$$

$$E^0_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0591}{2} \log \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

$$= 1.05 - \frac{0.0591}{2} \log \frac{0.001}{(0.1)^2}$$

$$= 1.05 - 0.0295 \log \frac{10^{-3}}{10^{-2}}$$

$$= 1.05 - 0.0295 \log 10^{-1}$$

$$= 1.0795\ V$$

15.12 ସେଲ୍ EMF ଓ ଗିବ୍ସ ଶକ୍ତି

ମାନକ ଅବସ୍ଥାରେ ସେଲ୍ ଯେଉଁ ଅଧିକତମ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରିବ ତାହା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରକାରରେ ଦିଆଯାଇପାରିବ ।

$$W_{max} = -nFE^0$$

ଋଣାତ୍ମକ ଚିହ୍ନର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଏହାଯେ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି । ଯେହେତୁ ଅଧିକତମ ଉପଯୋଗୀ କାର୍ଯ୍ୟ ଯାହା ଗୋଟିଏ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରିପାରେ ତାହା ଗିବ୍ସ ଶକ୍ତି ଠାରୁ କମ୍ ।

ତେଣୁ, $W_{max} = \Delta G^0 = -nFE^0$

ଯଦି ହିସାବ କଲେ ΔG^0 ଋଣାତ୍ମକ ହୁଏ, ତେବେ ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସ୍ୱତଃ ପ୍ରବୃତ୍ତ ଅଟେ, ନଚେତ୍ ନୁହେଁ ।

ଉଦାହରଣ 15.5 : ଡ଼ାନିଏଲ୍ ସେଲ୍‌ରେ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଗିବସ୍ ଶକ୍ତି ΔG^0 ହିସାବ କର ।

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Z^{2+}(aq) + Cu(s) \text{ at } 298\text{ K}$$

ସେଲ୍‌ର EMF ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ 1.1 V । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ସ୍ୱତଃପ୍ରବୃତ୍ତ କି ?

ପ୍ରଶ୍ନର ସମାଧାନ : ଡ଼ାନିଏଲ୍ ସେଲ୍‌ପାଇଁ n = 2

$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= -nFE^0 \\ &= -2 \times 96500 \times 1.1 \\ &= -212{,}300\,J \\ &= -212.3\,KJ \end{aligned}$$

ଯେହେତୁ ΔG^0 ଋଣାତ୍ମକ ଅଟେ, ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସ୍ୱତଃପ୍ରବୃତ୍ତ ହେବ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 15.3

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍ ଓ ଗାଲଭାନିକ୍ ସେଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଦର୍ଶାଅ ।

   ....

2. ଲବଣ ସେତୁ କ'ଣ ? ଗୋଟିଏ ଲବଣ ସେତୁର ଭୂମିକା କ'ଣ ?

   ....

3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ କ'ଣ ? ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଦୁଇଟି ପ୍ରୟୋଗର ତାଲିକା ଦିଅ ।

   ....

4. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀକୁ ଭିତ୍ତିକରି ନିମ୍ନଲିଖିତ ଧାତୁମାନଙ୍କୁ ଏହି କ୍ରମରେ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ କର, ଯେଉଁଥିରେ ସେମାନେ ସେମାନଙ୍କର ଲବଣର ଦ୍ରବଣରୁ ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟକୁ ବିସ୍ଥାପିତ କରିପାରିବ ।

   Al, Cu, Fe, Mg, Zn, Ag

....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- ଜାରଣ ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା, ଯେଉଁଥିରେ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହ୍ରାସ ହୁଏ ।
- ବିଜାରଣ ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯେଉଁଥିରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଲାଭ କରେ ।
- ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନ ଜାରଣ ହୁଅନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କୁ ବିଜାରକ କୁହାଯାଏ ଓ ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ବା ଆୟନ ବିଜାରଣ ହୁଅନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କୁ ଜାରକ କୁହାଯାଏ ।

- ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକରେ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ଜାରଣ ଅବସ୍ଥାକୁ ଜାରକାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ଏହା ଏହି ଧାରଣା ଉପରେ ଆଧାରିତ ଯେ, ଗୋଟିଏ ସହ ସଂଯୋଜୀ ବନ୍ଧରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଧିକ ଋଣାତ୍ମକ ମୌଳିକ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ହୋଇଥାଏ ।
- ମୌଳିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଜାରଣାଙ୍କ ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ । ନଚେତ୍ ଏହି ଜାରଣାଙ୍କର ସଂଖ୍ୟାକୁ ଧନାତ୍ମକ ବା ଋଣାତ୍ମକ ଚିହ୍ନଦ୍ୱାରା ଲେଖାଯାଏ ।
- ଯଦି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ ଏହାର ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ବା ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ପରିଚାଳନ କରିପାରେ ତାହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କୁହାଯାଏ ଓ ଯଦି ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପରିଚାଳନ କରିପାରେ ନାହିଁ ତାହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଅବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟରେ ଆୟନମାନେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚାର୍ଜକୁ ବହନ କରନ୍ତି । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀତା ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ହୋଇଥାଏ ।
- ପ୍ରତିରୋଧ ଓ ପ୍ରତିରୋଧକତାର ପାରସ୍ପରିକତାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ ପରିବାହକତା ଓ ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ ।
- ଦ୍ରବଣକୁ ଲଘୁକରଣ କଲେ, ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା କମିଯାଏ କିନ୍ତୁ ମୋଲାର ପରିବାହିତା ବଢ଼ିଯାଏ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯେଉଁଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟକୁ ବିଯୋଜିତ କରିଲେ ଏହାର ଆୟନମାନ ମିଳନ୍ତି ଓ ଏହା ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷଣ ସେଲ୍‌ରେ କରାଯାଏ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍ ବା ଗାଲଭାନିକ୍ ସେଲ୍‌ର ଅର୍ଦ୍ଧ ସେଲ୍ ଦୁଇଟିରେ ଜାରଣ ଓ ବିଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଯୋଗୁ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ କରେ । ଏନୋଡ଼ (ଋଣାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍)ରେ ଜାରଣ ହୁଏ ଓ କେଥୋଡ଼ (ଧନାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍)ରେ ବିଜାରଣ ହୁଏ ।
- ଗୋଟିଏ ଗାଲଭାନିକ୍ ସେଲ୍‌କୁ ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ଲେଖାଯାଇପାରିବ, ଯଥା-

  Anode I Electrolyte II Electrolyte I Cathode

  (ଏନୋଡ଼ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ।। ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ । କେଥୋଡ଼)
- ଏକ ଅନାବୃତ ପରିପଥରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ର ବିଭବାନ୍ତର ସେଲ୍‌ର emf ଅଟେ ।
- ଯେତେବେଳେ ଏକ ଧାତୁକୁ ତାହାର ଲବଣ ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ଧାତୁ ଓ ଲବଣ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଆନ୍ତଃପୃଷ୍ଠରେ ଯେଉଁ ବିଭବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ତାହାକୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ ବିଭବ କୁହାଯାଏ ।

  ମାନକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ କରି ଯେକୌଣସି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ର ବିଭବ ମପାଯାଏ ।
- ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼୍‌ମାନଙ୍କର ବିଭବର ବର୍ଦ୍ଧିତ କ୍ରମର ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ କୁହାଯାଏ ।
- ସେଲ୍ emf ବିଜାରଣ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ।

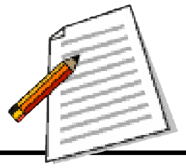
  $E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$
- Nernst ଙ୍କ ସମୀକରଣ $E = E^0 - \frac{2.303\,RT}{nF} \log \frac{[\text{Reduced State}]}{[\text{Oxidised State}]}$
- ଗୋଟିଏ ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ମାନକ ଗିବସ୍ ଶକ୍ତି, ମାନକ ସେଲ୍‌ର emf ସହ ସମ୍ବନ୍ଧୀତ, ଯଥା

  $\Delta G^0 = -n\,FE^0$

ପାଠ୍ୟାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଗାଢ଼ ଭାବରେ ଲେଖା ହୋଇଥିବା ମୌଳିକ ମାନଙ୍କର ଜାରଣାଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କର ।

   $[\mathbf{Cr}(H_2O)_3]^{3+}$, $[\mathbf{Fe}(CN)_6]^{3-}$, $H\mathbf{C}O_3^-$, $\mathbf{Pb}_3O_4$



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକୁ ଜାରଣାଙ୍କ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ସମତୁଲ କର ।

   (a) $Fe_2O_3 + C \rightarrow Fe + CO$

   (b) $C_6H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

3. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକ ଆୟନ-ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ସମତୁଲ କର ।

   (i) $Zn + HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

   (ii) $ClO_3^- + Mn^{2+} \rightarrow MnO_2 + Cl^-$ (ଅମ୍ଳୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ)

   (iii) $Fe(OH)_2^- + H_2O_2 \rightarrow Fe(OH)_3 + H_2O$ (କ୍ଷାରୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ)

4. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଗୁଡ଼ିକର ସଂଜ୍ଞାଲେଖ ଓ ସେମାନଙ୍କର ଏକକ ଲେଖ ।

   (i) ପରିବାହିତା

   (ii) ମୋଲାର ପରିବାହିତା

5. ଗୋଟିଏ ଦୁର୍ବଳ ଓ ସବଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତାର ଦ୍ରବଣର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ତାହାକୁ ରେଖାଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଦର୍ଶାଅ ।

6. ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ମୋଲାର ପରିବାହିତା କିପରି ଦ୍ରବଣର ଲଘୁକରଣ ଫଳରେ ବଢ଼ିଯାଏ ଓ ଲଘୁକରଣ ଦ୍ୱାରା କମିଯାଏ, ବୁଝାଅ ।

7. 25^0 ତାପମାତ୍ରାରେ 7.5×10^{-3}M KCl ଦ୍ରବଣ ଧାରଣ କରିଥିବା ଗୋଟିଏ ପରିବାହକତା ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରତିରୋଧିତା 1005 Ohm ଅଟେ ।

   ଦ୍ରବଣର (କ) ପରିବାହିତା ଓ (ଖ) ମୋଲାର ପରିବାହିତା ହିସାବ କର । ଦତ୍ତ : ସେଲ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ହେଉଛି 1.25 cm^{-1} ।

8. 298K ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଦ୍ରବଣର ପରିବାହିତା 0.0025 $Ohm^{-1} cm^{-1}$ ଅଟେ । ମୋଲାର ପରିବାହିତା ହିସାବ କର ।

9. ମାନକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବିଭବ କ'ଣ ବୁଝାଅ । ଏହା ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା କିପରି ନିର୍ଦ୍ଧାରିଣ କରାଯାଏ ?

10. ଯେଉଁ ସେଲ୍‌ର ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି ସେହି ସେଲ୍‌ର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

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

11. $Mg \mid Mg^{2+} \parallel Zn^{2+} \mid Zn$ ସେଲ୍ ପାଇଁ

    (i) ସେଲ୍‌ର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

    (ii) କେଥୋଡ୍ ଓ ଏନୋଡ୍‌କୁ ଚିହ୍ନଟ କର ।

    (iii) ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଲେଖ ।

    (iv) ସେଲ୍ ପାଇଁ ନର୍ଷ୍ଟ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

    (v) ଟେବୁଲ୍ 15.2 ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ବ୍ୟବହାର କରି E^0 ହିସାବ କର ।

12. ଲବଣ ସେତୁର କାର୍ଯ୍ୟସବୁ କ'ଣ ?

13. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ ବ୍ୟବହାର କରି ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମ୍ଭବ କି ନୁହେଁ ସୂଚନା ଦିଅ ।

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

14. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଶ୍ରେଣୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେବକି ନାହିଁ ବୁଝାଅ ।
 (i) ଉତ୍ତପ୍ତ ତମ୍ବା ଉପରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ପ୍ରବାହିତ କଲେ
 (ii) ଟିଣକୁ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ୍ ଅମ୍ଳରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ

15. ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ΔG^0 ହିସାବ କର ।

$$2Al(s)+3S_n^{4+}{}_{(aq)} \rightarrow 2Al^{3+}(aq)+2S_n^{2+}{}_{(aq)}$$

16. ସେଲ୍‌ର emf ହିସାବ କର ।

 Cr I Cr^{3+} (0.1M) II Fe^{2+}(0.1M) I Fe

17. ଦିଆଯାଇଥିବା ସେଲ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର emf 298K ରେ ହିସାବ କର ।

$$Sn^{4+}(1.5M)+Zn(s) \rightarrow Sn^{2+}(0.5M)+Zn^{2+}(2M)$$

18. ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଦସ୍ତା ଫଳକକୁ କପର୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ($CuSO_4$) ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ଦ୍ରବଣର ନୀଳ ରଂଗ ଉଭା ହୋଇଯାଏ । କାରଣ ବୁଝାଅ ।

19. ବିଜାରଣ ବିନା ଜାରଣ କାହିଁକି ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ?

20. $Cu^{2} + 2e \longrightarrow Cu;$ $E^0 = 0.34$ V

 $2Ag^{+} + 2e \longrightarrow 2Ag;$ $E^0 = +0.80$ V

 କାରଣ ଦର୍ଶାଅ : 1M ସିଲଭର୍ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ ଦ୍ରବଣ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବାପାତ୍ରର ରଖାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ଓ 1M କପର୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣ ରୂପାପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇପାରିବ କି ନାହିଁ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

15.1

1.

ଯୌଗିକ	ତାରା ଚିହ୍ନିତ ବା ମୌଳିକର ଜାରଣାଙ୍କ
$\overset{*}{Si}H_4$	+4
$\overset{*}{B}H_3$	−3
$\overset{*}{B}F_3$	+3
$\overset{*}{S}_2O_3^{2-}$	+2
$\overset{*}{Br}O_4^{-}$	+7
$H\overset{*}{P}O_4^{2-}$	+5
$H_2\overset{*}{S}O_4$	+6
$H\overset{*}{N}O_3$	+5

2. ଜାରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଜାରଣାଙ୍କ ବଢ଼ିଯାଏ

 ବିଜାରଣରେ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଜାରଣାଙ୍କ କମିଯାଏ

3. HNO_3 – ଜାରକ

 H_2S – ବିଜାରକ

4. (i) $I^{-}(aq) \rightarrow I_2(s) + 2e$ (ଜାରଣ)

 $Fe^{3+}{}_{(aq)} + e \rightarrow Fe^{2+}$ (aq) (ବିଜାରଣ)

(ii) $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ (ଜାରଣ)

$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2Cl^-(g)$ (ବିଜାରଣ)

(iii) $I_2 + H_2O \rightarrow 2HIO_3 + 2H^+ + 2I$ (ଜାରଣ)

$HNO_3 + H^+ + e \rightarrow NO_2 + H_2O$ (ବିଜାରଣ)

5. (i) 2 units of reduction

$3\,CuO + 2NH_3 \longrightarrow 3\,Cu + N_2 + 3H_2O$

3 units of oxidation

(ii) 2 units of reduction

$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

1 unit of oxidation

6. (i) $Bi \longrightarrow Bi^{3+} + 3e$

$$\left(NO_3^- + 2H^+ + e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O\right) \times 3$$

$$Bi + 3NO_3^- + 6H^+ \longrightarrow Bi^{3+} + 3NO_2 + 3H_2O$$

(ii) $M_nO_4^- + 8H^+ + 5e \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$$(Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e) \times 5$$

$$M_nO_4^- + 8H^+ + Fe^{3+} \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O + 5Fe^{3+}$$

(iii) $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$$(Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-) \times 6$$

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

(iv) $\left(Al + 4OH^- \longrightarrow Al(OH)_4^- + 3e\right) \times 8$

$$(No_3^- + 6H_2O + 8e \longrightarrow NH_3 + 9OH^-) \times 3$$

$$3NO_3^- + 8Al + 5OH^- + 18(H_2O) \longrightarrow 8\,Al(OH)_4^- + 3NH_3$$

15.2

(1) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରବଣରେ ଆୟନ ଦିଅନ୍ତି ଓ ସେମାନେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ପରିବହନ କରନ୍ତି । ଧନାୟନ ଗୁଡ଼ିକ କେଥୋଡ୍ ଆଡ଼କୁ ଓ ଋଣାୟନ ଏନୋଡ୍ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରନ୍ତି ।

2. ଏକ ସେଲ୍, ଯେଉଁଥିରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ 1cm ବ୍ୟବଧାନରେ ଥାଆନ୍ତି ଓ ଏହାର ତୀର୍ଯ୍ୟକ୍ ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $1cm^2$, ସେହି ସେଲ୍‌ରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଦ୍ରବଣର ପରିବାହକତାକୁ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ ।

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ, ଏକ ମୋଲାର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟରୁ ବାହାରୁଥିବା ସମସ୍ତ ଆୟନମାନଙ୍କର ପରିବାହକତାକୁ ମୋଲାର ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ

3. ପରିବାହକତାର ଏକକ Ohm^{-} or S

ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବାହିତାର ଏକକ Ohm^{-} cm^{-} or S cm^{-1}

4. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସ୍ୱଭାବ (ସବଳ ବା ଦୁର୍ବଳ)

ଆୟନମାନଙ୍କର ଯୋଜ୍ୟତା

ଆୟନମାନଙ୍କର ଗତି

ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ତାପମାତ୍ରା

5. ଚିତ୍ର 15.2 ଦେଖ

6. $\Lambda_m^{\infty}\, Al_2(SO_4)_3 = 2\lambda_m^{\infty}\, Al^{3+} + 3\lambda_m^{\infty}\, SO_4^{2-}$

15.3

(1) ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷଣ ସେଲ୍‌ରେ ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିବା ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ସେଲ୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ପାଇଁ ବିଜାରଣ-ଜାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

2. ବିଭାଗ 15.6.2 ଦେଖ

3. ବିଭାଗ 15.8 ଦେଖ

4. Mg > Al > Zn > Fe > Cu > Ag