ਯੂਨਿਟ 3

ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ (Electro Chemistry)

ਉਦੇਸ਼

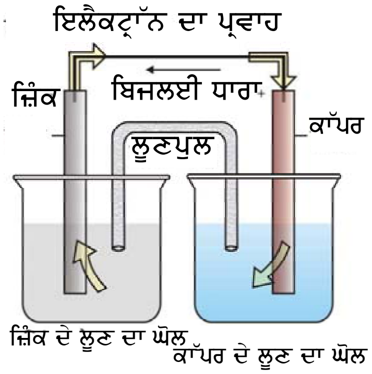
ਇਸ ਯੂਨਿਟ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤੁਸੀਂ—

- ਬਿਜਲ ਰਸਾਇਣੀ ਸੈੱਲ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਗੈਲਵੈਨੀ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟੀ ਸੈੱਲ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦੀ emf (ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ) ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ ਲਈ ਨਰਨੈਸਟ ਸਮੀਕਰਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ, ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਿਬਜ਼ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਆਇਨਿਕ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਰੋਧਕਤਾ (p) ਚਾਲਕਤਾ (K) ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ (Λ_m) ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਆਇਨਿਕ(ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ) ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਮਾਪਨ ਦੀਆਂ ਵਿਧੀਆਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਚਲਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਉਚਿਤਾ ਨੂੰ ਦੱਸ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ Λ_0 (ਜ਼ੀਰੋ ਸੰਘਣਤਾ ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਹਲਕਾ) ਉੱਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਕੋਹਲਰਾਸ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨੂੰ ਸਮਝੋਗੇ।
- ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਪੱਖ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕੋਗੇ।
- ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ ਅਤੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।
- ਖੋਰ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਕਰਮ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੱਸ ਸਕੋਗੇ।

"ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ।"

ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਉਤਪਾਦਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਅ-4 ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਰਿਵਰਤਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਸ਼ਾ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਦੋਵਾਂ ਹੀ ਵਿਚਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਧਾਤਾਂ, ਸੋਡੀਅਮ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਸਾਈਡ, ਕਲੋਰੀਨ, ਫਲੋਰੀਨ ਅਤੇ ਹੋਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਰਸਾਇਣਾਂ, ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਧੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬੈਟਰੀਆਂ ਅਤੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਯੰਤਰਾਂ ਅਤੇ ਜੁਗਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਊਰਜਾ ਸੁਯੋਗ (efficient) ਅਤੇ ਅਲਪ ਪ੍ਰਦੂਸ਼ਕ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਈ ਨਵੀਆਂ ਤਕਨੀਕਾਂ ਦੀ ਖੋਜ, ਜੋ ਕਿ ਵਾਤਾਵਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਹੋਣ, ਦੇ ਲਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ। ਸੰਵੇਦਨ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਦਿਮਾਗ ਜਾਂ ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਣ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰ ਦਾ ਮੂਲ ਅਧਾਰ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਇੱਕ ਅਤਿ ਵਿਸਥਾਰਿਤ ਅਤੇ ਅੰਤਰ-ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ। ਇਸ ਯੂਨਿਟ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਦੇ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵ ਪੂਰਣ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਪਹਿਲੂਆਂ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ।

3.1 ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ



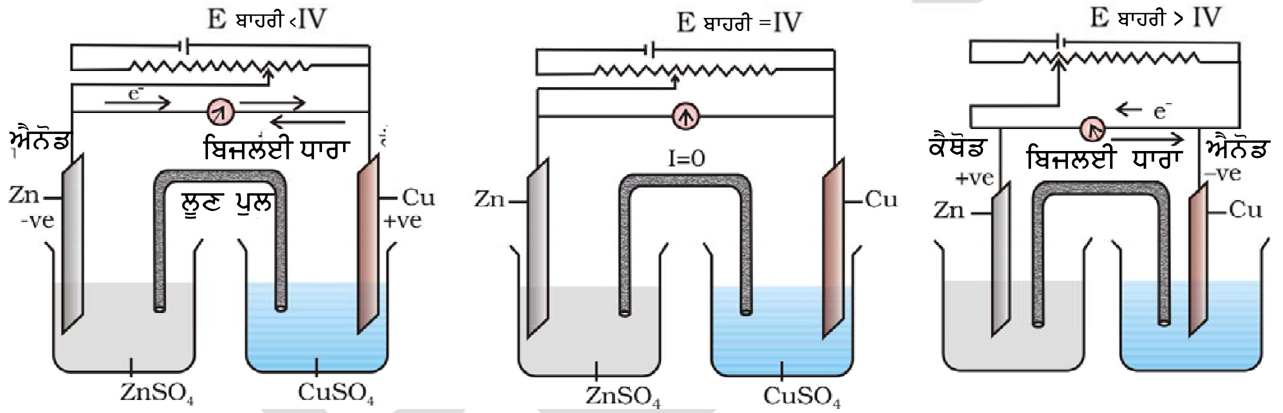
ਚਿੱਤਰ 3.1 ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਕ ਅਤੇ ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਆਪਣੇ ਆਪਣੇ ਲੂਣਾਂ ਦੇ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਡੁੱਬੇ ਹਨ।

ਜਮਾਤ XI ਦੇ ਯੂਨਿਟ 8 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਦੀ ਰਚਨਾ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹ ਚੁਕੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 3.1)। ਇਹ ਸੈੱਲ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਰੀਡਾੱਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਉਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਉਰਜਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ—

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \qquad (3.1)$$

ਜਦੋਂ Zn^{2+} ਅਤੇ Cu^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਇੱਕ ਇਕਾਈ ($1\ mol\ dm^{-3}$)* ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ 1.1 V ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਜੁਗਤੀ ਨੂੰ ਗੈਲਵੈਨੀ ਜਾਂ ਵੋਲਟੀ ਸੈੱਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉਲਟ ਬਾਹਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਲਾਇਆ ਜਾਏ (ਚਿੱਤਰ 3.2 ੳ) ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਵਧਾਇਆ ਜਾਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਓਦੋਂ ਤਕ ਹੁੰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ਬਾਹਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ 1.1 V ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ, ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰੁੱਕ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਬਾਹਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿੱਚ ਥੋੜ੍ਹਾ ਜਿਹਾ ਵਾਧਾ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਮੁੜ ਪਰੰਤੂ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.2 ੲ)। ਹੁਣ ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਸੈੱਲ (Electrolytic cell) ਵਾਂਗ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਅਪਵਰਤਿਤ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਉਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਦੀ ਜੁਗਤੀ ਹੈ। ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਸੈੱਲ ਬੜੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਅਗਲੇਰੇ ਪੰਨਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕਰਾਂਗੇ।



(ੳ) ਜਦੋਂ $E_{ਬਾਹਰੀ} < 1.1$ V

(i) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਜ਼ਿੰਕ ਰਾੱਡ ਤੋਂ ਕਾੱਪਰ ਰਾੱਡ ਦੇ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਕਾੱਪਰ ਤੋਂ ਜ਼ਿੰਕ ਦੇ ਵੱਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(ii) ਜ਼ਿੰਕ ਐਨੋਡ ਉੱਤੋਂ ਘੁਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾੱਪਰ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਜੰਮਦਾ ਹੈ।

(ਅ) ਜਦੋਂ $E_{ਬਾਹਰੀ} = 1.1$V

(i) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

(ii) ਕੋਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

(ੲ) ਜਦੋਂ $E_{ਬਾਹਰੀ} > 1.1$V

(i) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਾੱਪਰ ਤੋਂ ਜ਼ਿੰਕ ਦੇ ਵੱਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਜ਼ਿੰਕ ਤੋਂ ਕਾੱਪਰ ਦੇ ਵੱਲ।

(ii) ਜ਼ਿੰਕ, ਜ਼ਿੰਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਜੰਮਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾੱਪਰ, ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਤੋਂ ਘੁਲਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 3.2 ਬਾਹਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ, $E_{ਬਾਹਰੀ}$, ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਉਲਟ ਲਾਉਣ ਤੇ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ।

---

*ਸਹੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਹੀਏ ਤਾਂ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਸਕਿਰਿਅਤਾ ਟਰਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹਲਕੇ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉੱਚੀਆਂ ਜਮਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।

3.2 ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ (ਜਮਾਤ XI, ਯੂਨਿਟ 8) ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ (Electro chemical) ਸੈੱਲ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਰੀਡਾੱਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਜੁਗਤੀ ਵਿੱਚ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਰੀਡਾਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਿਬਜ਼ ਊਰਜਾ ਬਿਜਲੀ ਕਾਰਜ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਮੋਟਰ ਜਾਂ ਹੋਰ ਬਿਜਲਈ ਜੁਗਤਾਂ; ਜਿਵੇਂ ਹੀਟਰ, ਪੱਖਾਂ, ਗੀਜ਼ਰ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ, ਜਿਸ ਦਾ ਵਰਣਨ ਪਹਿਲਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ, ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਸੈੱਲ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਰੀਡਾੱਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

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

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੋ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਸਮੁੱਚੀ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

(i) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ (ਲਘੂਕਰਣ ਅਰਧ ਕਿਰਿਆ) (3.2)

(ii) $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਰਧ ਕਿਰਿਆ) (3.3)

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਦੇ ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਲਘੂਕਰਣ ਅਰਧ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਕਿ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਰਧ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਜਿੰਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਦੇ ਇਹ ਦੋ ਭਾਗ, ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਜਾਂ ਰੀਡਾੱਕਸ ਯੁਗਮ ਵੀ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਨੂੰ ਲਘੂਕਰਣ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਅਤੇ ਜ਼ਿੰਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਨੂੰ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਅਰਧ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਵਰਗੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਹਰ ਇੱਕ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਧਾਤਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿੱਚ ਡੁੱਬਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਦੋਵੇਂ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਬਾਹਰੋਂ ਇੱਕ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਵਿੱਚ ਦੇ ਨਾਲ ਧਾਤਵੀ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਦੋਵਾਂ ਅਰਧ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਚਿੱਤਰ 3.1 ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਏ ਗਏ ਪੁਲ (Salt Bridge) ਦੁਆਰਾ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਇੱਕ ਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿੱਚ ਡੁੱਬੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਜਿਹੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਲੂਣ ਪੁਲ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

ਹਰ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ-ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਉੱਤੇ ਧਾਤਵੀ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਧਾਤਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੋਣ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਇਹ ਧਨਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਸਕੇ। ਉਸੇ ਸਮੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੀ ਧਾਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਛੱਡਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਇਹ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਸਕੇ। ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਉੱਤੇ ਚਾਰਜ ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਵੇਂ ਉਲਟ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਘੋਲ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਜਦੋਂ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈ ਰਹੇ ਸਾਰੇ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਇਕਾਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। IUPAC ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਸਟੈਂਡਰਡ ਲਘੂਕਰਣ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਹੁਣ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦਾ ਉਹ ਅਰਧ ਸੈੱਲ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਐਨੋਡ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਘੋਲ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇਸ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੈਥੋਡ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਘੋਲ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਸਵਿੱਚ ਚਾਲੂ (ਆੱਨ) ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਤੋਂ ਧਨਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਵੱਲ ਵਹਿਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੇ ਵਹਿਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦੇ ਵਹਿਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦੇ ਦੋਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਵੋਲਟ ਵਿੱਚ ਮਾਪਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕੈਥੋਡ ਅਤੇ ਐਨੋਡ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ (ਲਘੂਕਰਣ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ) ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਸੈੱਲ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ (emf) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਧਾਰਾ ਦਾ ਵਹਿਣ ਨਹੀਂ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੁੰਦਾ। ਹੁਣ ਇਹ ਮੰਨੀ ਹੋਈ ਪੰਰਪਰਾ ਹੈ ਕਿ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਲਿਖਦੇ ਸਮੇਂ ਅਸੀਂ ਐਨੋਡ ਨੂੰ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ ਨੂੰ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ। ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਲਿਖਣ ਦੇ ਲਈ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਧਾਤ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖੜੇ ਦਾਅ (Vertical) ਰੇਖਾ ਖਿੱਚ ਕੇ ਅਤੇ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਨੂੰ, ਜੇ ਇਹ ਲੂਣ ਘੋਲ ਦੁਆਰਾ ਜੁੜੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੋ ਖੜੇ ਦਾਅ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚ ਕੇ, ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖੇ ਸੈੱਲ ਦਾ emf ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿੱਚ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਘਟਾ ਕੇ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ–

$$E_{\text{ਸੈੱਲ}} = E_{\text{ਸੱਜਾ}} - E_{\text{ਖੱਬਾ}}$$

ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਉਦਾਹਰਣ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ–

ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ–

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,Ag(s) \qquad (3.4)$$

ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ

ਕੈਥੋਡ (*ਲਘੂਕਰਣ*) $2Ag^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2Ag(s)$ (3.5)

ਐਨੋਡ (*ਆੱਕਸੀਕਰਣ*) $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$ (3.6)

ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਸਮੀਕਰਣ (3.5) ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਸਮੀਕਰਣ (3.6) ਦਾ ਜੋੜ ਸਮੀਕਰਣ (3.4) ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਲਵਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਕੈਥੋਡ ਵਾਂਗ ਅਤੇ ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਐਨੋਡ ਵਾਂਗ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰੁਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ–

$$Cu(s)|Cu^{2+}(aq)||Ag^{+}(aq)|Ag(s)$$

ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $E_{\text{ਸੈੱਲ}} = E_{\text{ਸੱਜਾ}} - E_{\text{ਖੱਬਾ}} = E_{Ag^{+}/Ag} - E_{Cu^{2+}/Cu}$ (3.7)

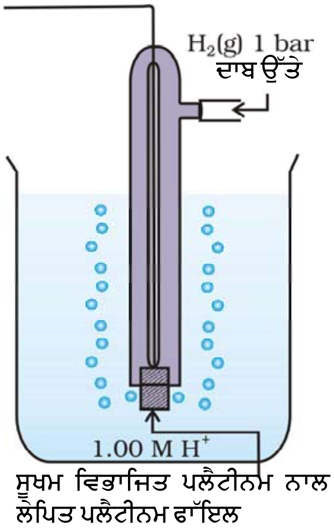
3.2.1 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਪਨ

ਇੱਕਲੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਪਨ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਦੋ ਅਰਧ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਮਾਪ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਤੋਂ ਸੈੱਲ ਦਾ emf ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਆਪ ਅਤੇ (arbitrarily) ਨਾਲ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ (ਅਰਧ ਸੈੱਲ) ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਚੁਣ ਲਈਏ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਟੈਂਡਰਡ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਨਾਂ ਦੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਨੂੰ (ਚਿੱਤਰ 3.3) $Pt(s)|H_2(g)|H^{+}(aq)$ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੁਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸੰਗਤ ਸਾਰੇ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਉੱਤੇ, ਜ਼ੀਰੋ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ–

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

ਸਟੈਂਡਰਡ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਵਿੱਚ ਪਲੈਟੀਨਮ ਬਲੈਕ ਨਾਲ ਲੇਪਿਤ ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਤੇਜ਼ਾਬੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਡੁੱਬੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਉੱਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗੈਸ ਬੁੱਲਬੁਲਿਆਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੀ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਅਤੇ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਦੋਵਾਂ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ, ਇਕਾਈਮਾਨ ਉੱਤੇ ਸਥਿਰ ਰੱਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗੈਸ ਦਾ ਦਾਬ 1 bar ਅਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਇਨ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਇੱਕ ਮੋਲਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

PSEB



ਚਿੱਤਰ 3.3 ਸਟੈਂਡਰ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ (SHE)

ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਨੂੰ ਐਨੋਡ (ਸੰਦਰਭ ਅਰਧ ਸੈੱਲ) ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਦੂਜੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਕੈਥੋਡ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਲੈਕੇ ਬਣਾਏ ਗਏ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਨੂੰ (ਸਟੈਂਡਰਡ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ) ਜਾਂ ਦੂਜਾ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਦਾ 298 K ਉੱਤੇ emf, ਦੂਜੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੀ ਲਘੂਕਰਣ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵਾਲੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੀ ਲਘੂਕਰਣ ਅਤੇ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਇਕਾਈ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਪਰੋਕਤ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ, ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਦੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ, ($E^{\circ}_{(R)}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = E^{\circ}_{(R)} - E^{\circ}_{(L)}$$

ਜਿੱਥੇ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}}$ ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ $E^{\circ}_{(R)}$ ਅਤੇ $E^{\circ}_{(L)}$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਸੱਜੇ ਅਤੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲਾ ਦੀਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟਾਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾ ਹਨ।

ਕਿਉਂਕਿ ਸਟੈਂਡਰਡ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ $E^{V}_{(L)}$ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = E^{\circ}_{(R)} - 0 = E^{\circ}_{(R)}$$

ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੈੱਲ ਦੀ ਮਾਪੀ ਗਈ emf 0.34 V ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਵੀ ਹੈ।

ਸੈੱਲ —

$$Pt(s) \,|\, H_2(g,\ 1\ bar) \,|\, H^+(aq,\ 1\ M) \,\|\, Cu^{2+}(aq,\ 1\ M) \,|\, Cu$$

ਅਰਧਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ—

$$Cu^{2+}(aq,\ 1M) + 2\,e^- \rightarrow Cu(s)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੈੱਲ ਦੀ ਮਾਪੀ ਗਈ emf −0.76 V ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ।

ਸੈੱਲ

$$Pt(s) \,|\, H_2(g,\ 1\ bar) \,|\, H^+(aq,\ 1\ M) \,\|\, Zn^{2+}(aq,\ 1M) \,|\, Zn$$

ਅਰਧਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ—

$$Zn^{2+}(aq,\ 1\ M) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$$

ਪਹਿਲੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਧਨਾਤਮਕ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ Cu^{2+} ਅਇਨ H^+ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਰਮ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਰਥਾਤ ਉਪਰੋਕਤ ਵਰਣਨ ਕੀਤੀਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨ Cu ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ (ਜਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗੈਸ ਕਾੱਪਰ ਆਇਨਾ ਨੂੰ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ) ਇਸ ਲਈ Cu(s), HCl ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਘੁਲਦਾ। ਨਾਈਟ੍ਰਿਕ ਐਸਿਡ ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਾਈਟ੍ਰੇਟ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਦੂਜੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨ ਜ਼ਿੰਕ ਨੂੰ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਜਾਂ ਜ਼ਿੰਕ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ)।

ਇਸ ਪਰੰਪਰਾ ਦੀ ਲੋਅ ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 3.1 ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਏ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਦੀਆਂ ਅਰਧ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

ਖੱਬਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ— $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq,\ 1\ M) + 2\ e^-$

ਸੱਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ $Cu^{2+}(aq,\ 1\ M) + 2\ e^- \rightarrow Cu(s)$

PSEB

ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ

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

ਸੈੱਲ ਦਾ emf = $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = E^{\circ}_{(R)} - E^{\circ}_{(L)}$

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 0.34V - (-0.76)V = 1.10\ V$$

ਕਦੇ-ਕਦੇ ਪਲੈਟੀਨਮ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਵਰਗੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਨਹੀਂ ਲੈਂਦੀਆਂ, ਪਰੰਤੂ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਤੇ ਲਘੂਕਰਣ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੇ ਵਹਿਣ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀ ਸਤ੍ਹਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ Pt ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ— $Pt(s) | H_2(g) | H^+(aq)$

ਜਿਸ ਦੀ ਅੱਧੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ $H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g)$

ਬ੍ਰੋਮੀਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ— $Pt(s) | Br_2(aq) | Br^-(aq)$

ਜਿਸ ਦੀ ਅਰਧ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਹੈ— $\frac{1}{2} Br_2(aq) + e^- \rightarrow Br^-(aq)$

ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਬੜੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਕਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕੁਝ ਚੁਣੇ ਅਰਧ ਸੈੱਲ ਲਘੂਕਰਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਮਾਨ ਸਾਰਣੀ 3.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦਾ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਜ਼ੀਰੋ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੀ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਅਵਸਥਾ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗੈਸ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗੈਸ ਉਸ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਅਵਸਥਾ ਨਾਲੋਂ ਵਧੇਰੇ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚ ਫਲੋਰੀਨ ਗੈਸ (F_2) ਦੀ ਫਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨ (F^-) ਵਿੱਚ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਫਲੋਰੀਨ ਗੈਸ ਸਭ ਤੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਆੱਕਸੀਕਾਰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਫਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨ ਸਭ ਤੋਂ ਦੁਰਬਲ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ। ਲੀਥਿਅਮ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨਿਊਨਤਮ ਹੈ, ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਲੀਥਿਅਮ ਆਇਨ ਸਭ ਤੋਂ ਦੁਰਬਲ ਆੱਕਸੀਕਾਰਕ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਲੀਥਿਅਮ ਧਾਤ ਜਲੀ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਰਣੀ 3.1 ਵਿੱਚ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉੱਪਰ ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੇ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਆੱਕਸੀ ਕਾਰਕ ਸਮਰੱਥਾ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਲਘੂਕਰਣ ਸਮਰੱਥਾ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਵਿਆਪਕ ਵਰਤੋਂ ਘੋਲਾਂ ਦੀ pH ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ, ਘੁੱਲਣਸ਼ੀਲਤਾ ਗੁਣਨਫਲ, ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਅਤੇ ਹੋਰ ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ ਗੁਣਾਂ ਅਤੇ ਪੋਟੈਂਸਿਓਮਿਤੀ ਟਾਈਟ੍ਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

3.1 ਸਿਸਟਮ $Mg^{2+} | Mg$ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗਿਆਤ ਕਰੋਗੇ ?

3.2 ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਜ਼ਿੰਕ ਦੇ ਬਰਤਨ ਵਿੱਚ ਕਾੱਪਰ ਸਲਫੇਟ ਦਾ ਘੋਲ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

3.3 ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਸਾਰਣੀ ਦਾ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰਕੇ ਤਿੰਨ ਅਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਦੱਸੋ ਜੋ ਅਨੁਕੂਲ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਫੈਰਸ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

PSEB

ਸਾਰਣੀ 3.1 298 K ਉੱਤੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ
ਆਇਨ ਜਲੀ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੈ; ਗੈਸ ਅਤੇ ਠੋਸ ਕ੍ਰਮਵਾਰ (g) ਅਤੇ (s) ਨਾਲ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

$F_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^-$	$\rightarrow Co^{2+}$	1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.78
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Au(s)$	1.40
$Cl_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^-$	$\rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$Br_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2Br^-$	1.09
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$	$\rightarrow NO(g) + 2H_2O$	0.97
$2Hg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Ag^+ + e^-$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+} + e^-$	$\rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$O_2(g) + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow H_2O_2$	0.68
$I_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2I^-$	0.54
$Cu^+ + e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34
$AgCl(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.22
$AgBr(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Br^-$	0.10
$2H^+ + 2e^-$	**$\rightarrow H_2(g)$**	**0.00**
$Pb^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Pb(s)$	–0.13
$Sn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	–0.14
$Ni^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ni(s)$	–0.25
$Fe^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	–0.44
$Cr^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Cr(s)$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Zn(s)$	–0.76
$2H_2O + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	–0.83
$Al^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Al(s)$	–1.66
$Mg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Mg(s)$	–2.36
$Na^+ + e^-$	$\rightarrow Na(s)$	–2.71
$Ca^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ca(s)$	–2.87
$K^+ + e^-$	$\rightarrow K(s)$	–2.93
$Li^+ + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	–3.05

ਵੱਧਦੀ ਹੋਈ ਆੱਕਸੀਕਾਰਕ ਸਮਰੱਥਾ (↑)

ਵੱਧਦੀ ਹੋਈ ਲਘੂਕਾਰਕ ਸਮਰੱਥਾ (↓)

1. ਰਿਣਾਤਮਕ E° ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਰੀਡਾੱਕਸ ਯੁਗਮ H^+/H_2 ਯੁਗਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਬਲ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ।
2. ਧਨਾਤਮਕ E° ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਰੀਡਾੱਕਸ ਯੁਗਮ H^+/H_2 ਯੁਗਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਦੁਰਬਲ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ।

3.3 ਨਰਨੱਸਟ ਸਮੀਕਰਣ

ਇਸ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਮੰਨਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਸਾਰੇ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਮੋਲਰ ਸੰਘਣਤਾ ਇਕਾਈ ਹੈ। ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਕਿ ਇਹ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸੱਚ ਹੋਵੇ। ਨਰਨੱਸਟ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ—

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

ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮਾਪੀ ਗਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰੁਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

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

ਕਿਉਂਕਿ M(s) ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਇਕਾਈ ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ—

$$E^{o}_{(M^{n+}/M)} = E^{\circ}_{(M^{n+}/M)} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[M^{n+}(aq)]} \qquad (3.8)$$

$E^{\circ}_{(M^{n+}/M)}$ ਨੂੰ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ, R ਗੈਸ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ (8.314 $JK^{-1} mol^{-1}$), F ਫੈਰਾਡੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (96487 C mol^{-1}) ਹੈ, T ਕੈਲਵਿਨ ਵਿੱਚ ਤਾਪਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ $[M^n(aq)]$, $[M^{n+}(aq)^+]$ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਮੋਲਰ ਸੰਘਣਤਾ ਹੈ।

ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ Cu^{2+} ਅਤੇ Zn^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ—

ਕੈਥੋਡ ਦੇ ਲਈ—

$$E_{(Cu^{2+}/Cu)} = E^{\circ}_{(Cu^{2+}/Cu)} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{[Cu^{2+}(aq)]} \qquad (3.9)$$

ਐਨੋਡ ਦੇ ਲਈ

$$E_{(Zn^{2+}/Zn)} = E^{\circ}_{(Zn^{2+}/Zn)} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]} \qquad (3.10)$$

ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E_{(Cu^{2+}/Cu)} -$ [illegible]

$=$ [illegible] $- \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{\text{[illegible]}}$ [illegible] $+ \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]}$

$$= E^{\circ}_{(Cu^{2+}/Cu)} - E^{\circ}_{(Zn^{2+}/Zn)} - \frac{RT}{2F}\left(\ln \frac{1}{[Cu^{2+}(aq)]} \quad \ln \frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]} \right)$$

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{(\text{ਸੈੱਲ})} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} \qquad (3.11)$$

ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $E_{(\text{ਸੈੱਲ})}$ ਦੋਵਾਂ ਆਇਨਾਂ, Cu^{2+} ਅਤੇ Zn^{2+} ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਕਾੱਪਰ ਆਇਨ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਅਤੇ Zn^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਘਟਦੀ ਹੈ।

PSEB

ਸਮੀਕਰਣ 3.11 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਕਿਰਿਤਕ ਲੌਗੇਰਿਥਮ ਦੇ ਅਧਾਰ ਨੂੰ 10 ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਅਤੇ R, F ਦੇ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ, ਅਤੇ T = 298 K ਉੱਤੇ ਇਹ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ—

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} - \frac{0.059}{2}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} \qquad (3.12)$$

ਦੋਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (n) ਬਰਾਬਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੈੱਲ

$Ni(s)|Ni^{2+}(aq)||Ag^{+}(aq)|Ag(S)$ ਦੇ ਲਈ ਨਰਨੱਸਟ ਸਮੀਕਰਣ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਲਿਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} - \frac{RT}{2F}\ ln\ \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$$

ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਮ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਮੀਕਰਣ—

$$a\,A + bB \xrightarrow{ne^-} cC + dD$$

ਦੇ ਲਈ ਨਰਨਸੱਟ ਸਮੀਕਰਣ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} - \frac{RT}{nF}\ lnQ$$

$$= E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} - \frac{RT}{nF}\ ln\ \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \qquad (3.13)$$

ਉਦਾਹਰਣ 3.1 ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਾਲੇ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰੋ—

$$Mg(s) + 2Ag^{+}(0.0001M) \rightarrow Mg^{2+}(0.130M) + 2Ag(s)$$

ਇਸ ਦੇ $E_{(\text{ਸੈੱਲ})}$ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ ਜੇ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}}$ = 3.17 V ਹੋਵੇ।

ਹੱਲ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਾਲੇ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$Mg|Mg^{2+}(0.130M)||Ag^{+}(0.0001M)|Ag$$

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{(\text{ਸੈੱਲ})} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{[Mg^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$= 3.17\ V - \frac{0.059\ V}{2}\log\frac{0.130}{(0.0001)^2} = 3.17\ V - 0.21V = 2.96\ V$$

3.3.1 ਨਰਨਸੱਟ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ

ਜੇ ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ (ਚਿੱਤਰ 3.1) ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਏ ਤਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \qquad (3.1)$$

ਜਿਉਂ-ਜਿਉਂ ਸਮਾਂ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ Zn^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਧਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਕਿ Cu^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘੱਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕੁਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ Cu^{2+} ਅਤੇ Zn^{2+} ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਜ਼ੀਰੋ ਰੀਡਿੰਗ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਚੁਕਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਰਨੱਸਟ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = 0 = E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} - \frac{2.303RT}{2F}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

ਜਾਂ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = \frac{2.303RT}{2F}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$

ਪਰੰਤੂ ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਉੱਤੇ,

$\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = K_c$ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ (3.1) ਦੇ ਲਈ

ਇਸ ਲਈ T = 298K ਉੱਤੇ ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ–

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = \frac{0.059\text{ V}}{2}\log K_C = 1.1\text{ V} \qquad (E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 1.1\text{V})$$

$$\log K_C = \frac{(1.1\text{V} \times 2)}{0.059\text{ V}} = 37.288$$

$K_C = 2\times10^{37}$ (298K ਉੱਤੇ)

ਸਧਾਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ,

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = \frac{2.303RT}{nF}\log K_C \qquad (3.14)$$

ਸਮੀਕਰਣ (3.14) ਸੈੱਲ ਦੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਜਿਸ ਨੂੰ ਹੋਰ ਕਿਸੇ ਤਰੀਕੇ ਮਾਪਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਸੈੱਲ ਦੀ ਸੰਗਤ E° ਦੇ ਮਾਨ ਤੋਂ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 3.2 ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਪਰਿਚਲਿਤ ਕਰੋ—

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

$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 0.46$ V

ਹੱਲ

$$E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = \frac{0.059\text{ V}}{2}\log K_C = 0.46\text{ V}$$

ਜਾਂ $\log K_C = \frac{0.46\text{ V}\times2}{0.059\text{ V}} = 15.6$

$K_C = 3.92 \times 10^{15}$

3.3.2 ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਿਬਜ਼ ਊਰਜਾ

ਇੱਕ ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਬਿਜਲਈ ਕਾਰਜ ਕੁੱਲ ਵਹੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਾਰਜ ਲੈਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਵਹਿਣ ਉਲਟ ਕ੍ਰਮਣੀ (reversible) ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਉਲਟਕ੍ਰਮਣੀ ਕਾਰਜ ਗਿੱਬਜ਼ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਸੈੱਲ ਦੀ emf (E), ਵਹਿੰਦਾ ਚਾਰਜ nf ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਿਬੱਜ਼ ਊਰਜਾ, $\Delta_r G$ ਹੋਵੇ, ਤਾਂ:–

$$\Delta_r G = -nFE_{(\text{ਸੈੱਲ})} \quad (3.15)$$

ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ $E_{(\text{ਸੈੱਲ})}$ ਇੱਕ ਸੁਤੰਤਰ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਹੈ, ਪਰ $\Delta_r G$ ਇੱਕ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ ਗੁਣ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਮਾਨ n ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ—

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ ਦੇ ਲਈ (3.1)

$\Delta_r G = -2FE_{(\text{ਸੈੱਲ})}$

ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

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

ਦੇ ਲਈ $\Delta_r G = -4FE_{(\text{ਸੈੱਲ})}$

ਜੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰੀ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਇੱਕ ਇਕਾਈ ਹੋਵੇ, ਤਾਂ

$E_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}}$ ਇਸ ਲਈ

$$\Delta_r G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} \quad (3.16)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}}$ ਦੇ ਮਾਪਨ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਤਾਪ ਗਤੀਦੀ ਰਾਸ਼ੀ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਮਾਨਕ ਗਿੱਬਜ਼ ਊਰਜਾ $\Delta_r G^{\circ}$, ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $\Delta_r G^{\circ}$ ਤੋਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\Delta_r G^{\circ} = -RT \ln K$$

ਉਦਾਹਰਣ 3.3

ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ ਦੇ ਲਈ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ 1.I V. ਹੈ। ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸਟੈਂਡਰਡ ਗਿੱਬਜ਼ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

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

$$\Delta_r G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ n ਦਾ ਮਾਨ 2 ਹੈ। $F = 96487\ C\ mol^{-1}$ ਅਤੇ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 1.1\ V$

ਇਸ ਲਈ $\Delta_r G^{\circ} = -2 \times 1.1\ V \times 96487\ C\ mol^{-1} = -21227\ J\ mol^{-1} = -212.27\ kJ\ mol^{-1}$

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

3.4 $pH = 10$ ਵਾਲੇ ਘੋਲ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਾਲੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

3.5 ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਦੇ emf ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 1.05\ V$

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

3.6 ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

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

ਦਾ 298 K ਤਾਪਮਾਨ $E^{\circ}_{\text{ਸੈੱਲ}} = 0.236\ V$ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਗਿੱਬਜ਼ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

3.4 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ

ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕਤਾ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਕੁਝ ਟਰਮਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ 'R' ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਓਹਮ ਇਕਾਈ [ohm (Ω)] ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋਕਿ S.I ਇਕਾਈਆਂ ਵਿੱਚ $(kg\ m^2)/(S^3\ A^2)$ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਪੁਲ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਜਾਣੂ ਹੋ ਚੁੱਕੇ ਹੋ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਉਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ l ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਪਰਿਖੇਤਰ ਕਾਟ ਖੇਤਰਫਲ A ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ

$$R \propto \frac{1}{A} \text{ or } R = \rho \frac{1}{A} \tag{3.17}$$

ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ l (ਗਰੀਕ, ਰੋ, rho) ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਰੋਧਕਤਾ (ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੀ S.I ਇਕਾਈ ਓਹਮ ਮੀਟਰ (Ωm) ਹੈ ਅਤੇ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਓਹਮ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ (Ω cm) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ IUPAC ਨੇ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਟਰਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੀ ਸਿਫਾਰਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕਿਤਾਬ ਦੇ ਅਗਲੇਰਿਆ ਪੰਨਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਟਰਮ ਦੀ ਹੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਰੋਧਕਤਾ ਉਸ ਦਾ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਇਕ ਮੀਟਰ ਲੰਬਾ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $1\ m^2$ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ—

1 Ω m = 100 Ω cm ਜਾਂ 1 Ω cm = 0.01 Ω m

ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R ਦਾ ਉਲਕ੍ਰਮ (Inverse) ਚਾਲਕਤਾ (conductance), G ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਸਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

$$G = \frac{1}{R} = \frac{A}{\rho l} = \kappa \frac{A}{l} \tag{3.18}$$

ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ S.I ਮਾਤਰਕ ਸੀਮੈਂਨਜ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ 'S' ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ohm^{-1} (ਜਾਂ mho) ਜਾਂ Ω^{-1} ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਤਾ ਦਾ ਉਲਟਕ੍ਰਮ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਚਾਲਕਤਾ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ K (ਗਰੀਕ ਸ਼ਬਦ ਕਾੱਪਾ) ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। IUPAC ਨੇ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਸਿਫਾਰਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਗੇ ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕਤਾ (conductivity) ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਹੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ S.I ਮਾਤਰਕ Sm^{-1} ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਅਕਸਰ K ਨੂੰ Scm^{-1} ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ Sm^{-1} ਵਿੱਚ ਚਾਲਕਤਾ ਇਸ ਦੀ ਉਹ ਚਾਲਕਤਾ (Conductance) ਹੈ, ਜਦੋਂ ਇਹ 1m ਲੰਬਾ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $1m^2$ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ $1\ S\ cm^{-1} = 100\ S\ m^{-1}1$

ਸਾਰਣੀ 3.2 ਤੋਂ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਭਿੰਨਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਸ ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਦਾਬ ਉੱਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਪਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਚਾਲਕਾਂ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀਆਂ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕ੍ਰਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਮਿਸ਼ਰ ਧਾਤਾਂ (alloy) ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਚਾਲਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਅਧਾਤਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਾਰਬਨ ਬਲੈਕ (ਕਾਰਬਨ-ਕਜੱਲ) ਗਰੇਫਾਈਟ ਅਤੇ ਕੁਝ ਕਾਰਬਨਿਕ ਬਹੁਲਕ ਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ

PSEB

ਸਾਰਣੀ 3.2 ਕੁਝ ਚੁਣੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ 298.15K ਉੱਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਮਾਨ

ਪਦਾਰਥ	ਚਾਲਕਤਾ $S\ m^{-1}$	ਪਦਾਰਥ	ਚਾਲਕਤਾ $S\ m^{-1}$
ਚਾਲਕ		ਜਲੀ ਘੋਲ	
ਸੋਡੀਅਮ	2.1×10^{3}	ਸ਼ੁੱਧ ਪਾਣੀ	3.5×10^{-5}
ਕਾੱਪਰ (ਤਾਂਬਾ)	5.9×10^{3}	0.1 M HCl	3.91
ਸਿਲਵਰ (ਚਾਂਦੀ)	6.2×10^{3}	0.01M KCl	0.14
ਗੋਲਡ (ਸੋਨਾ)	4.5×10^{3}	0.01M NaCl	0.12
ਆਇਰਨ (ਲੋਹਾ)	1.0×10^{3}	0.1 M HAc	0.047
ਗਰੇਫਾਈਟ	1.2×10	0.01M HAc	0.016
ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ		ਅਰਧਚਾਲਕ	

ਚਾਲਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕੱਚ, ਚੀਨੀ ਮਿੱਟੀ (ਸਿਰੇਮਿਕਸ) ਆਦਿ ਵਰਗੇ ਪਦਾਰਥ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਸਿੱਲੀਕਾੱਨ, ਡੋਪਿਤ ਸਿੱਲੀਕਾੱਨ, ਗੈਲੀਅਮ ਆਰਸੀਨਾਈਡ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ, ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਪਦਾਰਥ ਹਨ। ਕੁਝ ਪੱਦਾਰਥ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਭਿਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜੀਰੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਚਾਲਕਤਾ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾਂ ਸਮਝਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਕਿ ਕੇਵਲ ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਮਿਸ਼ਰਧਾਤਾਂ ਹੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨਾਂ (0–15K) ਉੱਤੇ ਅਭਿਚਾਲਕ (Super conductors) ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਆਜਕਲ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸਿਰੇਮਿਕ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਮਿਸ਼ਰਿਤ ਆੱਕਸਾਈਡ ਵੀ ਗਿਆਤ ਹਨ ਜੋ 150K ਵਰਗੇ ਉੱਚੇ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਉੱਤੇ ਵੀ ਅਭਿਚਾਲਕਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਧਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਧਾਤਵੀਂ ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਚਾਲਕਤਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਚਾਲਕਤਾ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ—

(i) ਧਾਤ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਅਤੇ ਰਚਨਾ

(ii) ਪ੍ਰਤੀ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਜੋਗੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

(iii) ਤਾਪਮਾਨ (ਇਹ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਘੱਟਦੀ ਹੈ)

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਧਾਤਵੀ ਚਾਲਕ ਰਚਨਾ ਅ-ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਧੇਰੇ ਜਟਿਲ ਹੈ।

* ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਚਾਲਕ ਬਹੁਲਕ–1977 ਵਿੱਚ ਮੈਕ-ਡਿਰਮਿਡ, ਹੀਗਰ ਅਤੇ ਸ਼ੀਰਾਕਾਵਾ ਨੇ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਕਿ ਐਸੀਟਾਈਲੀਨ ਗੈਸ ਦੇ ਬਹੁਲਕੀਕਰਣ ਨਾਲ ਪੋਲੀ ਐਸੀਟਾਈਲੀਨ ਬਹੁਲਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਆਓਡੀਨ ਵਾਸ਼ਪ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੇ ਧਾਤਵੀ ਚਮਕ ਅਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਕਾਰਬਨਿਕ ਬਹੁਲਕ ਚਾਲਕ ਬਣਾਏ ਗਏ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ-ਪਾੱਲੀਐਨੀਲੀਨ, ਪਾੱਲੀਪਾਇਰੋਲ ਅਤੇ ਪਾੱਲੀਥਾਇਓਫੀਨ। ਇਹ ਧਾਤਵੀਂ ਗੁਣਾਂ ਵਾਲੇ ਕਾਰਬਨਿਕ ਬਹੁਲਕ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ, ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ, ਆੱਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਸਲਫਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਆਮ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹਲਕੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਹਲਕੀਆਂ ਬੈਟਰੀਆਂ ਬਣਾਈਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਲਚਕੀਲੇਪਨ ਵਰਗੇ ਯੰਤਰਿਕ ਗੁਣ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਰਗੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਮੁੜ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਪਲਾਸਟਿਕ ਸ਼ੀਟ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਾਲ ਬਹੁਲਕਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਮੈਕ-ਡਿਰਮਿਡ, ਹੀਗਰ ਅਤੇ ਸ਼ੀਰਾਕਾਵਾ ਨੂੰ ਸਾਲ 2000 ਦੇ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਿਵਾਜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ।

PSEB

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ (ਜਮਾਤ XI, ਯੂਨਿਟ 7) ਕਿ ਅਤਿ ਸ਼ੁੱਧ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਥੋੜੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰਾੱਕਸਿਲ ਆਇਨ ($\sim 10^{-7}$M) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਇਸ ਨੂੰ ਅਲਪ ਚਾਲਕਤਾ (3.5×10^{-5} Sm^{-1}) ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੋਲਨ ਤੇ ਆਪਣੇ ਆਇਨ ਘੋਲ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਚਾਲਕਤਾ ਜਾਂ ਆਇਨਿਕ ਚਾਲਕਤਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ (ਆਇਨਿਕ) ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ—

(i) ਮਿਲਾਏ ਗਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ

(ii) ਬਣੇ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਅਕਾਰ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਸਾੱਲਵੇਸ਼ਨ (Solvation)।

(iii) ਘੋਲਕ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਵਿਸਕਾੱਸਿਤਾ

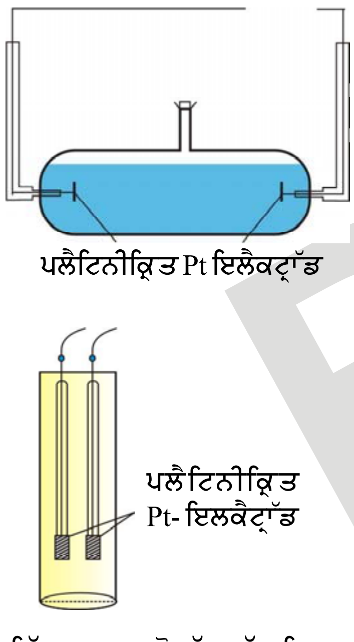
(iv) ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ

(v) ਤਾਪਮਾਨ (ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਣ ਨਾਲ ਇਹ ਵਧਦੀ ਹੈ)।

ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਆਇਨਿਕ ਘੋਲ ਵਿੱਚੋਂ ਅਪਰਤਵੀਂ ਧਾਰਾ (DC) ਲੰਘਾਉਣ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਕਾਰਣ ਇਸ ਦੀ ਬਣਤਰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ (ਖੰਡ 3.4.1)1

3.4.1 ਆਇਨਿਕ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਮਾਪਨ

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਸਹੀ ਮਾਪਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਆਇਨਿਕ ਘੋਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਮਾਪਨ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਦੋ ਸਮੱਸਿਆਵਾਂ ਦਾ ਸਾਹਮਣਾ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲਾ ਇਹ ਕਿ ਅਪਰਤਵੀਂ ਧਾਰਾ (DC) ਲੰਘਾਉਣ ਨਾਲ ਘੋਲ ਦੀ ਬਣਤਰ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦੂਜਾ ਇਹ ਕਿ ਘੋਲ ਨੂੰ ਧਾਤਵੀ ਤਾਰ ਜਾਂ ਹੋਰ ਠੋਸ ਚਾਲਕ ਵਾਂਗ ਬ੍ਰਿਜ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਨਹੀਂ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਪਹਿਲੀ ਸਮੱਸਿਆ ਦਾ ਹੱਲ ਪਰਤਵੀਂ ਧਾਰਾ (AC) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਹੱਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੀ ਸਮੱਸਿਆ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਡੀਜ਼ਾਈਨ ਕੀਤੇ ਹੋਏ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਹੱਲ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਸਟਮ ਨੂੰ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ (Conductivity cell) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਕਈ ਡੀਜ਼ਾਈਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋ ਸਰਲ ਡੀਜ਼ਾਈਨ ਚਿੱਤਰ 3.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।



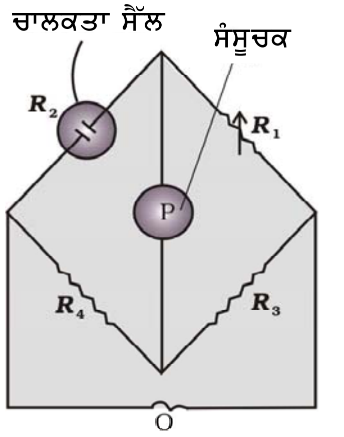
ਚਿੱਤਰ 3.4 –ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਿਸਮ ਦੇ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ

ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿੱਚ ਪੇਲੈਟੀਨਮ ਬਲੈਕ (ਪਲੈਟੀਨਮ ਕਜੱਲ) ਨਾਲ ਲੇਪਿਤ (ਸੂਖਮ ਵਿਭਾਜਿਤ ਧਾਤਵੀ Pt ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਚੜ੍ਹਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 'A' ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ 'l' ਦੂਰੀ ਤੇ ਦੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਘੋਲ 'l' ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ 'A' ਪਰਿਖੇਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕਾੱਲਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਘੋਲ ਦੇ ਇਸ ਕਾਲਮ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ—

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{l}{KA} \qquad (3.17)$$

ਰਾਸ਼ੀ $\frac{l}{A}$ ਨੂੰ ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ G* ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਵਿਮਾ ਲੰਬਾਈ (L^{-1}) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ l ਅਤੇ A ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਹੋਣ ਤੇ ਪਰਿਚਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। l ਅਤੇ A ਦਾ ਮਾਪਨ ਨਾ ਸਿਰਫ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ; ਬਲਕਿ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਗਿਆਤ ਚਾਲਕਤਾ ਵਾਲੇ ਘੋਲ ਨੂੰ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਲੈ ਕੇ ਅਤੇ ਉਸ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਮਾਪ ਕੇ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਉਦੇਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ KCl ਘੋਲ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਉੱਤੇ ਸਹੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗਿਆਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਸਾਰਣੀ 3.3)। ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ G* ਨੂੰ ਤਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

PSEB



ਚਿੱਤਰ 3.5- ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਘੋਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਮਾਪਨ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ

$$G^* = \frac{l}{A} = R\,\kappa \qquad (3.18)$$

ਇੱਕ ਵਾਰ ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਹੋ ਜਾਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਘੋਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਮਾਪਨ ਵਿੱਚ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਤੀਮਾਪਨ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 3.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਇਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_3 ਅਤੇ R_4, ਇੱਕ ਪਰਿਵਤਨੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_1 ਅਤੇ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_2 ਵਾਲਾ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਇੱਕ ਡੋਲਕ (oscillator), (ਸੁਣੀਨਯੋਗ ਅਵਰਤੀ ਸੀਮਾ 550 ਤੋਂ 5000 ਚਕਰਣ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਵਾਲੀ ਪਰਤਵੀਂ ਧਾਰਾ (AC) ਦਾ ਸਰੋਤ) ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। P ਇੱਕ ਢੁੱਕਵਾਂ ਸੂਚਕ ਹੈ (ਇੱਕ ਹੈੱਡਫੋਨ ਜਾਂ ਹੋਰ ਬਿਜਲੀ ਜੁਗਤੀ) ਅਤੇ ਜਦ ਸੰਸੂਚਕ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦੀ ਤਾਂ ਬ੍ਰਿਜ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ

$$\text{ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ } R_2 = \frac{R_1 \times R_4}{R_3} \qquad (3.19)$$

ਸਾਰਣੀ 3.3– 298.15 K ਉੱਤੇ KCl ਚਾਲਕਤਾ (Conductivity) ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ

ਸੰਘਣਤਾ	ਮੋਲਰਤਾ	ਚਾਲਕਤਾ		ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ	
$mol\ L^{-1}$	$mol\ m^{-3}$	$S\ cm^{-1}$	$S\ m^{-1}$	$S\ cm^2 mol^{-1}$	$S\ m^2\ mol^{-1}$
1.000	1000	0.1113	11.13	111.3	111.3×10^{-4}
0.100	100.0	0.0129	1.29	129.0	129.0×10^{-4}
0.010	10.00	0.00141	0.141	141.0	141.0×10^{-4}

ਅੱਜਕਲ ਸਸਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਮੀਟਰ ਉਪਲਬਧ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਪੜ੍ਹੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਘੋਲ ਦਾ ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪਤਾ ਹੋਣ ਤੇ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$\kappa = \frac{\text{ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ}}{R} = \frac{G^*}{R} \qquad (3.20)$$

ਇੱਕ ਹੀ ਘੋਲਕ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ, ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਵਿਘਟਨ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਬਣਨ ਵਾਲੇ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਅਕਾਰ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਜਾਂ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਪ੍ਰਵਣਤਾ (Potential gradient) ਕਰਕੇ ਆਇਨ ਦੇ ਸੰਚਲਨ ਦੀ ਅਸਾਨੀ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਧੇਰੇ ਅਰਥਪੂਰਣ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ (ਗ੍ਰਾਮ ਅਣਵੀਂ ਚਾਲਕਤਾ) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ Λ_m (ਗਰੀਕ ਸ਼ਬਦ ਲੈਂਮਡਾ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਨਾਲ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਹੈ—

$$\text{ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ} = \Lambda_m = \frac{\kappa}{c} \qquad (3.21)$$

PSEB

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਜੇ κ ਨੂੰ S $m^{-1}l$ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸੰਘਣਤਾ 'c' ਨੂੰ mol m^{-3} ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਏ ਤਾਂ Λ_m ਦਾ ਮਾਤਰਕ S m^2 mol m^{-1} ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ

1 mol m^{-3} = 1000(L/m^3) × × ਮੋਲਰਤਾ (mol/L)

ਇਸ ਲਈ

$$\Lambda_m(\text{S m}^2\text{ mol}^{-1}) = \frac{\kappa\ (\text{S m}^{-1})}{1000\ (\text{L m}^{-3}) \times \text{ਮੋਲਰਤਾ}\ (\text{mol L}^{-1})}$$

ਜੇ ਅਸੀਂ κ ਦਾ ਮਾਤਰਕ S cm^{-1} ਅਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਦਾ ਮਾਤਰਕ mol cm^{-3} ਲਈਏ ਤਾਂ Λ_m ਦਾ ਮਾਤਰਕ S cm^2 mol^{-1} ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪਰਿਚਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$\Lambda_m(\text{S cm}^2\ \text{mol}^{-1}) = \frac{\kappa\ (\text{S cm}^{-1}) \times 1000\ (\text{cm}^3 / \text{L})}{\text{ਮੋਲਰਤਾ}\ (\text{mol/L})}$$

ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਦੋਵਾਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਸਬੰਧਿਤ ਹਨ—

1 S m^2 mol^{-1} = 10^4 S cm^2 mol^{-1} ਜਾਂ

ਉਦਾਹਰਣ3.4 1 S cm^2 mol^{-1} = 10^{-4} S m^2 mol^{-1}.

0.1 mol L^{-1} KCl ਘੋਲ ਨਾਲ ਭਰੇ ਹੋਏ ਇੱਕ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 100 Ω ਹੈ। ਜੇ ਉਸੇ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.02 mol L^{-1} KCl ਘੋਲ ਭਰਨ ਤੇ 520 Ω ਹੋਵੇ ਤਾਂ 0.02 mol L^{-1} KCl ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਪਰਿਚਲਿਤ ਕਰੋ। 0.1 mol L^{-1} KCl ਘੋਲ ਦੀ

ਹੱਲ ਚਾਲਕਤਾ 1.29 S/m ਹੈ।

ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ—

ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ = G^* = ਚਾਲਕਤਾ × ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ

= 1.29 S/m×100 Ω = 129 m^{-1} = 1.29 cm^{-1}

0.02 mol L^{-1} KCl ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ = ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ/ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ

$$= \frac{G^*}{R} = \frac{129\ \text{m}^{-1}}{520\ \Omega} = 0.248\ \text{S m}^{-1}$$

ਸੰਘਣਤਾ = 0.02 mol = 1000×0.02 mol m^{-3} = 20 mol m^{-3}

$$\text{ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ} = \Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{248 \times 10^{-3}\ \text{S m}^{-1}}{20\ \text{mol m}^{-3}} = 124\times10^{-4}\ \text{S m}^2\ \text{mol}^{-1}$$

$$\text{ਵਿਕਲਪੀ ਤੌਰ ਤੇ,}\ \kappa = \frac{1.29\ \text{cm}^{-1}}{520\ \Omega} = 0.248\times10^{-2}\ \text{S cm}^{-1}$$

ਅਤੇ $\Lambda_m = \kappa \times\times 1000\ \text{cm}^3\ \text{L}^{-1}\ \text{molarity}^{-1}$

$$= \frac{0.248\times10^{-2}\ \text{S cm}^{-1}\times1000\ \text{cm}^3\ \text{L}^{-1}}{0.02\ \text{mol L}^{-1}} = 124\ \text{S cm}^2\ \text{mol}^{-1}$$

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 3.5 0.05 mol L^{-1} NaOH ਘੋਲ ਦੇ ਕਾਲਮ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 5.5×10^3 ohm ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਵਿਆਸ 1 cm ਅਤੇ ਲੰਬਾਈ 50 cm ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ, ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

$$A = \pi r^2 = 3.14\times0.5^2 \text{ cm}^2 = 0.785 \text{ cm}^2 = 0.785\times10^{-4} \text{ m}^2$$

$$l = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$R = \frac{\rho l}{A}, \quad \text{ਜਾਂ} \quad \rho = \frac{RA}{l} = \frac{5.55\times10^3 \Omega\times0.785 \text{cm}^2}{50 \text{cm}}$$

$$= 87.135 \ \Omega \text{ cm}$$

$$\text{ਚਾਲਕਤਾ} = \kappa = \frac{1}{\rho} = \left(\frac{1}{87.135}\right) \text{S cm}^{-1}$$

$$= 0.01148 \text{ S cm}^{-1}$$

$$\text{ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ}, \ \Lambda_m = \frac{\kappa \times 1000}{c} \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$$

$$= \frac{0.01148 \text{ S cm}^{-1} \times1000 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}}{0.05 \text{ mol L}^{-1}}$$

$$= 229.6 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

ਜੇ ਅਸੀਂ 'cm' ਦੀ ਥਾਂ 'm' ਦੀਆਂ ਟਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਏ ਤਾਂ

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{5.55 \times 10^3 \ \Omega \times 0.785\times10^{-4} \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}}$$

$$= 87.135\times10^{-2} \ \Omega \text{ m}$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{100}{87.135} \ \Omega \text{ m}$$

$$= 1.148 \text{ S m}^{-1}$$

$$\text{ਅਤੇ} \ \Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{1.148 \text{ S m}^{-1}}{50 \text{ mol m}^{-3}}$$

$$= 229.6\times10^{-4} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

3.4.2 ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ

ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੁਰਬਲ ਅਤੇ ਪ੍ਰਬਲ ਦੋਵਾਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਾਉਣ 'ਤੇ ਚਾਲਕਤਾ (ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ) ਹਮੇਸ਼ਾ ਘਟਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਇਸ ਤੱਥ ਨਾਲ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ

PSEB

ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਚਾਲਕਤਾ ਉਸ ਘੋਲ ਦੇ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਚਾਲਕਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਰਸਪਰ ਦੂਰੀ ਉੱਤੇ ਸਥਿਤ ਅਤੇ ਇਕਾਈ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋ ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੋਵੇ।

ਇਹ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ—

$G = \frac{\kappa A}{l} = K$ (A ਅਤੇ l ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਵਰਤੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ m ਜਾਂ cm ਵਿੱਚ ਹਨ)।

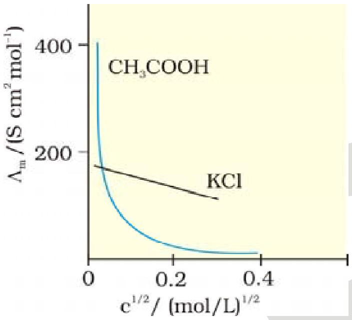
ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਇੱਕ ਘੋਲ ਦੀ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਉਸ ਘੋਲ ਦੇ V ਆਇਤਨ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲਰ ਘੁਲਿਆ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਜੇ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਇਕਾਈ ਦੂਰੀ ਉੱਤੇ ਸਥਿਤ, A ਪਰਿਖੇਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਲਈ

$$\Lambda_m = \frac{\kappa A}{l} = K$$

ਕਿਉਂਕਿ $l = 1$ ਅਤੇ $A = V$ (ਆਇਤਨ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲ ਘੁਲਿਆ ਹੈ।)

$$\Lambda_m = \kappa V \quad (3.22)$$

ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਣ ਦੇ ਨਾਲ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕੁੱਲ ਆਇਤਨ (V) ਵੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਮੌਜੂਦ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਘੋਲ ਨੂੰ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਤੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ, κ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਕਮੀਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ, Λ_m ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਉਸ ਘੋਲ ਦੇ ਉਸ ਆਇਤਨ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਦੀਆਂ ਪਰਸਪਰ ਇਕਾਈ ਦੂਰੀ ਉੱਤੇ ਸਥਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਐਨਾਂ ਵੱਡਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਘੋਲ ਦੇ ਉਸ ਕਾਫ਼ੀ ਆਇਤਨ ਨੂੰ ਸਮਾ ਸਕੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਘੁਲਿਆ ਹੋਵੇ। ਜਦੋਂ ਸੰਘਣਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਦੇ ਵੱਲ ਪਹੁੰਚਣ ਲੱਗਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ Λ°_m ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨਾਲ Λ_m ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਬਲ ਅਤੇ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.6)।



ਚਿੱਤਰ-3.6-ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ (ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ) CH_3COOH ਅਤੇ KCl (ਪ੍ਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ) ਦੇ ਲਈ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ $C^{\frac{1}{2}}$ ਦਾ ਆਲੇਖ।

ਪ੍ਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ

ਪ੍ਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ Λ_m ਦਾ ਮਾਨ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਹੌਲੇ-ਹੌਲੇ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$\Lambda_m = \Lambda^{\circ}_m - A\, c^{1/2} \quad (3.23)$$

ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ Λ_m ਨੂੰ $C^{\frac{1}{2}}$ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ ਅਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਏ (ਚਿੱਤਰ 3.6) ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅੰਤਹ ਖੰਡ Λ°_m ਅਤੇ ਢਾਲ 'A' ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਘੋਲਕ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ 'A' ਦਾ ਮਾਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਕਿਸਮ, ਅਰਥਾਤ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਵਿਯੋਜਨ ਤੋਂ ਬਣੇ ਧਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $NaCl$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 1-1, 2-1 ਅਤੇ 2-2 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਾਣੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਕਿਸਮ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ 'A' ਦਾ ਮਾਨ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 3.6 298 K ਉੱਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦੇ KCl ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਹਨ—

c/mol L^{-1}	Λ_m/S cm^2 mol^{-1}
0.000198	148.61
0.000309	148.29
0.000521	147.81
0.000989	147.09

ਦਰਸਾਓ ਕਿ Λ_m ਅਤੇ $c^{1/2}$ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਲੇਖ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਹੈ। KCl ਦੇ ਲਈ Λ°_m ਅਤੇ A ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦਾ ਵਰਗਮੂਲ ਲੈਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

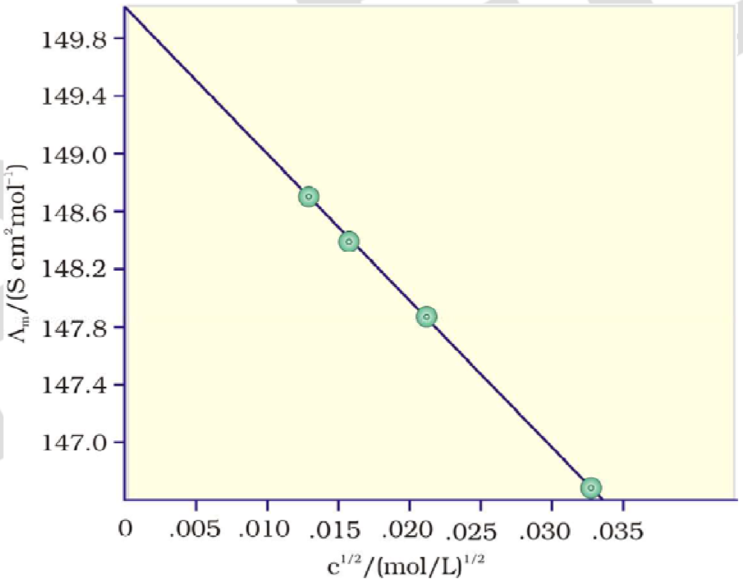
$c^{1/2}$/ (mol L^{-1} $)^{1/2}$	Λ_m/S $cm^2 mol^{-1}$
0.01407	148.61
0.01758	148.29
0.02283	147.81
0.03145	147.09

Λ_m (y-ਅਕਸ) ਅਤੇ $c^{1/2}$ (x-ਅਕਸ) ਦਾ ਆਲੇਖ ਚਿੱਤਰ 3.7 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਲਗਪਗ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਹੈ।

ਅੰਤਰ-ਖੰਡ ($c^{1/2}$ = 0) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ Λ_m° = 150.0 S cm^2 mol^{-1} ਅਤੇ

A = – ਢਾਲ = 87.46 S cm^2 mol /(mol/L^{-1})$^{1/2}$.

ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ (Kohlraush) ਨੇ ਕਈ ਪ੍ਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ Λ_m° ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਪਰੇਖਣ



ਚਿੱਤਰ 3.7 $c^{1/2}$ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ Λ_m ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ

ਕੀਤੇ ਅਤੇ ਕੁਝ ਇੱਕਰੂਪਤਾ ਵੇਖੀਆਂ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ NaX ਅਤੇ KX ਦੇ Λ_m° ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਕਿਸੇ ਵੀ 'X' ਦੇ ਲਈ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ, 298 K ਉੱਤੇ—

[illegible]

[illegible] $= 23.4 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$

ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ–

[illegible] $= 1.8 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$

ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਗਮਨ (migration) ਦਾ ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ ਨਿਯਮ ਦਿੱਤਾ। ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ ਦੇ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਧਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਐਨਾਇਨ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜੇ $\lambda^0_{Na^+}$ ਅਤੇ $\lambda^0_{Cl^-}$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਸੋਡੀਅਮ ਅਤੇ ਕਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨਾਂ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ ਹੋਣ ਤਾਂ ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੀ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$\Lambda^\circ_{m(NaCl)} = \lambda^0_{Na^+} + \lambda^0_{Cl^-} \quad (3.24)$$

ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿਯੋਜਨ ਤੇ V^+ ਅਤੇ V^- ਰਿਣਆਇਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੀ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$\Lambda^\circ_m = V_+\lambda^0_+ + V_-\lambda^0_- \quad (3.25)$$

ਇੱਥੇ λ^0_+ ਅਤੇ λ^0_- ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਧਨਆਇਨ ਅਤੇ ਰਿਣਆਇਨ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ ਹਨ। 298 K ਉੱਤੇ ਕੁਝ ਧਨਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣਆਇਨਾਂ ਦੇ λ^0 ਦੇ ਮਾਨ ਸਾਰਣੀ 3.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਾਰਣੀ 3.4– 298 K ਉੱਤੇ ਕੁਝ ਆਇਨਾਂ ਦੀਆਂ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ

ਆਇਨ	$\lambda^0/(\text{S cm}^2\text{mol}^{-1})$	ਆਇਨ	$\lambda^0/(\text{S cm}^2\text{ mol}^{-1})$
H^+	349.6	OH^-	199.1
Na^+	50.1	Cl^-	76.3
K^+	73.5	Br^-	78.1
Ca^{2+}	119.0	CH_3COO^-	40.9
Mg^{2+}	106.0	SO_4^{2-}	160.0

ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ

ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਵਰਗੇ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਸ ਉੱਚੀ ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਅਲਪ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੀ Λ_m ਵਿੱਚ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ, ਵਿਯੋਜਨ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਣਾਮਸਰੂਪ ਇੱਕ ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਾਲੇ ਘੋਲ ਦੇ ਕੁੱਝ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਕਰਣਾਂ ਵਿੱਚ, ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਰਕੇ ਅਲਪ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹਲਕੇ ਹੋਣ ਤੇ Λ_m ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਵੱਧਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.6)। ਇਸ ਲਈ Λ°_m ਦਾ ਮਾਨ Λ_m ਦੀ ਜ਼ੀਰੋ ਸੰਘਣਤਾ ਤੱਕ ਵਧਾਉਣ (extrapolation) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਅਨੰਤ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਤੇ (ਅਰਥਾਤ ਸੰਘਣਤਾ, $(C\rightarrow 0)$ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ $(\alpha=1)$ ਪਰੰਤੂ ਐਨੀ ਘੱਟ ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਐਨੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਦੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਮਾਨ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ

ਲਈ Λ_m° ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ ਦਾ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਗਮਨ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ (ਉਦਾਹਰਣ 3.8)। ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਘਣਤਾ c ਉੱਤੇ ਜੇ ਵਿਯੋਜਨ ਦੀ ਮਾਤਰਾ α ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਸੰਘਣਤਾ c ਉੱਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ Λ_m ਅਤੇ ਸੀਮਾਂਤ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ Λ_m° ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਨੇੜੇ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ—

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^\circ} \qquad (3.26)$$

ਪੰਰਤੂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਵਰਗੇ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ (ਜਮਾਤ XI ਯੂਨਿਟ 7)—

$$K_a = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{c\Lambda_m^2}{\Lambda_m^{\circ 2}\left(1-\frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^\circ}\right)} = \frac{c\Lambda_m^2}{\Lambda_m^\circ\left(\Lambda_m^\circ-\Lambda_m\right)} \qquad (3.27)$$

ਕੋਹਲਰਓਸ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ

ਆਇਨਾਂ ਨੇ ਸੁੰਤਤਰ ਗਮਨ (migration) ਦੇ ਕੋਹਲਰਓਸ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਆਇਨਾਂ ਦੇ λ° ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਤੋਂ Λ_m° ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਜੇ ਸਾਨੂੰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸੰਘਣਤਾ c ਉੱਤੇ Λ_m ਅਤੇ Λ_m° ਦੇ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਹੋਣ ਤਾਂ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਵਰਗੇ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਵਿਯੋਜਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਗਿਆਤ ਕਰਨਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 3.7

ਸਾਨੂੰ 3.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ $CaCl_2$ ਅਤੇ $MgSO_4$ ਦੇ Λ_m° ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ—

$$\Lambda^\circ_{m(CaCl_2)} = \lambda^\circ_{Ca^{2+}} + 2\lambda^\circ_{Cl^-} = 119.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1} + 2(76.3) \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$= (119.0 + 152.6) \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$= 271.6 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$\Lambda^\circ_{m(MgSO_4)} = \lambda^\circ_{Mg^{2+}} + \lambda^\circ_{SO_4^{2-}} = 106.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1} + 160.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$= 266.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

ਉਦਾਹਰਣ 3.8

NaCl, HCl ਅਤੇ NaAc ਦੇ ਲਈ Λ_m° ਕ੍ਰਮਵਾਰ 126.4, 425.9 ਅਤੇ 91.0 S cm^2 mol^{-1} ਹਨ। HAc ਦੇ ਲਈ Λ_m° ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

$$\Lambda^\circ_{m(HAc)} = \lambda^\circ_{H^+} + \lambda^\circ_{Ac^-} = \lambda^\circ_{H^+} + \lambda^\circ_{Cl^-} + \lambda^\circ_{Ac^-} + \lambda^\circ_{Na^+} - \lambda^\circ_{Cl^-} - \lambda^\circ_{Na^+}$$

$$= \Lambda^\circ_{m(HCl)} + \Lambda^\circ_{m(NaAc)} - \Lambda^\circ_{m(NaCl)}$$

$$= (425.9 + 91.0 - 126.4) \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$= 390.5 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}.$$

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 3.9 0.001028 mol L^{-1} ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ 4.95×× 10^{-5} S cm^{-1} ਹੈ। ਜੇ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਦੇ ਲਈ Λ_m° ਦਾ ਮਾਨ 390.5 S cm^2 mol^{-1} ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{4.95\times10^{-5}\,\text{S cm}^{-1}}{0.001028\,\text{mol L}^{-1}} \times \frac{1000\,\text{cm}^3}{\text{L}} = 48.15\ \text{S cm}^2\,\text{mol}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^\circ} = \frac{48.15\ \text{S cm}^2\text{mol}^{-1}}{390.5\ \text{S cm}^2\ \text{mol}^{-1}} = 0.1233$$

$$K = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0.001028\ \text{mol L}^{-1}\times(0.1233)^2}{1-0.1233} = 1.78\times10^{-5}\ \text{mol L}^{-1}$$

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

3.7 ਕਿਸੇ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਹਲਕਾ ਕਰਨ ਨਾਲ ਕਿਉਂ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ?

3.8 ਪਾਣੀ ਦੀ Λ_m° ਪਤਾ ਕਰਨ ਦਾ ਤਰੀਕਾ ਦੱਸੋ।

3.9 0.025 mol L^{-1} ਮੀਥੇਨੋਇਕ ਐਸਿਡ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ 46.1 S cm^2 mol^{-1} ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਵਿਯੋਜਨ ਮਾਤਰਾ ਅਤੇ ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ। ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $\lambda^0(H^+)$ = 349.6 S cm^2 mol^{-1} ਅਤੇ $\lambda^0(HCOO^-)$ = 54.6 S cm^2 mol^{-1}।

3.5 ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਸੈੱਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ

ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਬਾਹਰੀ ਸਰੋਤ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਸਿਸ ਪ੍ਰਕਰਮ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਅਤੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਉਦਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਬੜੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਸਰਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟੀ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਵਿੱਚ ਕਾੱਪਰ ਸਲਫੇਟ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਕਾੱਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਡੁੱਬੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਦੋਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਉੱਤੇ DC ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਲਾਇਆ ਜਾਏ, ਤਾਂ ਕਾੱਪਰ ਆਇਨ ਕੈਥੋਡ (ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ) ਉੱਤੇ ਜੰਮਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu\ (s) \quad (3.28)$$

ਕਾਪਰ ਧਾਤ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਜੰਮਦੀ ਹੈ। ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ ਕਾਪਰ Cu^{2+} ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ, ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ—

$$Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(s) + 2e^- \quad (3.29)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾੱਪਰ (ਤਾਂਬਾ) ਐਨੋਡ ਤੋਂ ਘੁੱਲਦਾ ਹੈ (ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਜੰਮਦਾ ਹੈ (ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)। ਇਹ ਉਸ ਉਦਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰਕਰਮ ਦਾ ਅਧਾਰ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅਸ਼ੁੱਧ ਕਾੱਪਰ ਨੂੰ ਉੱਚ ਸ਼ੁੱਧਤਾ ਦੇ ਕਾੱਪਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸ਼ੁੱਧ ਕਾੱਪਰ ਨੂੰ ਐਨੋਡ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਲੰਘਾਉਣ ਤੇ ਘੁੱਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਕਾੱਪਰ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਜੰਮਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਜਿਵੇਂ Na, Mg, Al ਆਦਿ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਹੀ

PSEB

ਰਸਾਇਣਿਕ ਲਘੂਕਾਰਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ, ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸੰਗਤ ਧਨ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਲਘੂਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਸੋਡੀਅਮ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਸ਼ਿਅਮ ਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਿਘਲੇ ਕਲੋਰਾਈਡਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਸਿਸ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਨੂੰ ਕਰਾਓਲਾਈਟ ਦੀ ਮੌਜਦਗੀ ਵਿੱਚ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਆੱਕਸਾਈਡ ਦੇ ਇਲੈਕਟਰੋਲਾਸਿਸ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਜਮਾਤ XII, ਯੂਨਿਟ 6)।

ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ (Electrolysis) ਦੇ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਪੱਖ

ਮਾਈਕਲ ਫੈਰਾਡੇ ਪਹਿਲੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਸਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਪੱਖਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹੁਣ ਉਪਰੋਕਤ ਤੱਥਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਵੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਨਿਯਮ—ਘੋਲਾਂ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੀ ਪਿਘਲੀ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਤੇ ਵਿਆਪਕ ਖੋਜ ਦੇ ਬਾਅਦ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ 1833–34 ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਰਵ ਗਿਆਤ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਦੋ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ।

(i) **ਪ੍ਰਥਮ ਨਿਯਮ**-ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਵਿੱਚ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਘਟਨ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ (ਘੋਲ ਜਾਂ ਪਿਘਲਿਆ) ਵਿੱਚ ਵਹੀ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(ii) **ਦੂਜਾ ਨਿਯਮ**-ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਲੰਘਾਉਣ ਤੇ ਮੁਕਤ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀਆਂ ਮਾਤਰਾਵਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਤੁਲ-ਅੰਕੀ ਪੁੰਜ (ਧਾਤ ਦਾ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਪੁੰਜ-ਧਨ ਆਇਨ ਨੂੰ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ) ਦੇ ਸਮਾਨ-ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਦੇ ਸਰੋਤ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਸਨ। ਇੱਕ ਆਮ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਸੀ ਕਿ ਕੁਲਾੱਮ ਮਾਪੀ (ਇੱਕ ਸਟੈਂਡਰਡ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਸੈੱਲ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਉਪਜੀਧਾਤ (ਆਮ ਕਰਕੇ ਸਿਲਵਰ ਜਾਂ ਕਾੱਪਰ) ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਪਤਾ ਲਾਈ ਜਾਂਦੀ ਸੀ ਪਰੰਤੂ ਕੂਲਾੱਮ ਮਾਪੀ ਅੱਜਕਲ ਨਹੀਂ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਅਤੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਹੁਣ ਸਥਿਰ ਧਾਰਾ (I) ਦੇ ਸਰੋਤ ਉਪਲਬਧ ਹਨ, ਅਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਬੰਧ ਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$Q = It$$

Q ਕੂਲਾੱਮ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ I ਐਮਪੀਅਰ ਵਿੱਚ t ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ ਹੈ।

ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਜਾਂ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਬਿਜਲੀ (ਜਾਂ ਚਾਰਜ) ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ—

$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s) \qquad (3.30)$$

ਸਿਲਵਰ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਮੋਲ ਦੇ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਉੱਤੇ ਚਾਰਜ $1.6021\times\times 10^{-19}$C ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਉੱਤੇ ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ—

$$N_A \times 1.6021\times10^{-19}\,\text{C} = 6.02\times10^{23}\ \text{mol}^{-1}\times1.6021\times10^{-19}\,\text{C}$$
$$= 96487\ \text{C mol}^{-1}$$

ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਇਸ ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਫੈਰਾਡੇ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ F ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ

ਕਰਦੇ ਹਨ। ਲਗਪਗ ਗਣਨਾ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਫੈਰਾਡੇ ਨੂੰ $96500 C mol^{-1}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ।

ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ

$$Mg^{2+}(l) + 2e^{-} \longrightarrow Mg(s) \quad (3.31)$$

$$Al^{3+}(l) + 3e^{-} \longrightarrow Al(s) \quad (3.32)$$

ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਮੋਲ Mg^{2+} ਅਤੇ Al^{3+} ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 2 ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ (2F) ਅਤੇ 3 ਮੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ (3F) ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਲੰਘਾਈ ਚਾਰਜ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (ਐਮਪੀਅਰ) ਅਤੇ ਸਮੇਂ (ਸੈਕੰਡ) ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਵਪਾਰਕ ਉਪਜ ਵਿੱਚ ਲਗਪਗ 50000 ਐਮਪੀਅਰ ਤੱਕ ਦੀ ਉੱਚੀ ਧਾਰਾ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਲਗਪਗ 0.518F ਫੈਰਾਡੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 3.10 ਕਾੱਪਰ ਸਲਫੇਟ ਦੇ ਘੋਲ ਨੂੰ 1.5 ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨਾਲ 10 ਮਿੰਟ ਤੱਕ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਾੱਪਰ ਦਾ ਪੁੰਜ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਹੱਲ

$t = 600$ s

ਚਾਰਜ = ਧਾਰਾ × ਸਮਾਂ = 1.5 A×600 s = 900 C

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਮੋਲ ਜਾਂ 63 g ਕਾੱਪਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ 2F ਜਾਂ 2 × 96487 C ਚਾਰਜ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ।

ਇਸ ਲਈ 900 C ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ Cu ਦਾ ਪੁੰਜ

$= (63\ g\ mol^{-1} \times\times 900\ C)/(2\times96487\ C\ mol^{-1}) = 0.2938\ g$

3.5.1 ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾਂ

ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾਂ ਅਪਘਟਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਵਰਤੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾ ਦੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ (ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ Pt ਜਾਂ Au) ਤਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਨਹੀਂ ਲੈਂਦੀ ਅਤੇ ਇਹ ਸਿਰਫ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੇ ਸਰੋਤ ਜਾਂ ਸਿੰਕ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਲੈਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਤੇ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਤੇ ਲਘੂਕਾਰਕ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਕੁੱਝ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਕਰਮ ਭਾਵੇਂ ਸੰਭਵ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਗਤਿਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਐਨੇਂ ਮੱਠੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹ ਘੱਟ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਉੱਤੇ ਘਟਿਤ ਹੁੰਦੇ ਪ੍ਰਤੀਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਅਤੇ ਅਜਿਹੀ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਾਧੂ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਲਾਉਣੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ; ਜੋ ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਕਰਮਾਂ ਨੂੰ ਹੋਰ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਿਘਲੇ NaCl ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾਂ ਸੋਡੀਅਮ ਧਾਤ ਅਤੇ ਕਲੋਰੀਨ ਗੈਸ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਇੱਥੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਧਨ ਆਇਨ (Na^{+}) ਹੈ ਜੋ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ($Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na$) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਰਿਣਆਇਨ (Cl^{-}) ਹੈ ਜੋ ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ($Cl^{-}\rightarrow \frac{1}{2}Cl_2+e^{-}$) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਦੌਰਾਨ NaOH, Cl_2 ਅਤੇ H_2 ਉਪਜਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਵਿੱਚ Na^{+} ਅਤੇ Cl^{-} ਦੇ ਇਲਾਵਾ H^{+} ਅਤੇ OH^{-} ਆਇਨ ਅਤੇ ਘੋਲਕ ਅਣੂ H_2O ਵੀ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

PSEB

ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਮੁਕਾਬਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ—

[illegible] $E^{\circ}_{[illegible]} = -2.71\ V$

[illegible] $\rightarrow \frac{1}{2} H_2\ (g)$ $E^{\circ}_{H^+/H_2} = 0.00\ V$

ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਵੱਧ E° ਮਾਨ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਿੱਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ-

$$H^+\ (aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2\ (g) \qquad (3.33)$$

ਪਰੰਤੂ H_2O ਵਿਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ $H^+(aq)$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਯਾਨੀਕਿ-

$$H_2O\ (l) \rightarrow H^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \qquad (3.34)$$

ਇਸ ਲਈ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਨੈੱਟ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ (3.33) ਅਤੇ (3.34) ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ—

$$H_2O\ (l) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g) + OH^-(aq) \qquad (3.35)$$

ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਸੰਭਵ ਹਨ—

$$Cl^-(aq) \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2\ (g) + e^- \qquad E^{\circ}_{(\upsilon/\upsilon^-)} = 1.36\ V \qquad (3.36)$$

$$2H_2O\ (l) \rightarrow O_2\ (g) + 4H^+(aq) + 4e^- \qquad E^{o}_{H2\%^-} = 1.23\ V \qquad (3.37)$$

ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ ਘੱਟ E° ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਜਿੱਤਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਪਾਣੀ ਦੇ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਨੂੰ Cl^- (aq) ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਦੀ ਤੁੱਲਨਾ ਵਿੱਚ ਤਰਜੀਹ ਮਿਲਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦੀ ਵੱਧ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ (3.36) ਨੂੰ ਤਰਜੀਤ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸੰਖੇਪਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ—

$$NaCl\ (aq) \xrightarrow{H_2O} Na^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ- $H_2O(l) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g) + OH^-\ (aq)$

ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ- $Cl^-\ (aq) \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2(g) + e^-$

ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

$$NaCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq) + \frac{1}{2} H_2(g) + \frac{1}{2} Cl_2(g)$$

ਸੰਘਣਤਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਨਰਨੱਸਟ ਸਮੀਕਰਣ (3.8) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਪ੍ਰਤੀ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਲਫਿਊਰਿਕ ਐਸਿਡ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਵਿੱਚ ਐਨੋਡ ਉੱਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਹਨ।

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H$ [illegible]

[illegible]

ਹਲਕੇ ਸਲਫਿਊਰਿਕ ਐਸਿਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ (3.38) ਨੂੰ ਤਰਜੀਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਸਲਫਿਊਰਿਕ ਐਸਿਡ ਦੀ ਉੱਚੀ ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ (3.39) ਨੂੰ ਤਰਜੀਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

PSEB

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

3.10 ਜੇ ਇੱਕ ਧਾਤਵੀ ਤਾਰ ਵਿੱਚ 0.5 ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਧਾਰ 2 ਘੰਟਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਹਿੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਤਾਰ ਵਿਚੋਂ ਕਿੰਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਵਹਿਣਗੇ ?

3.11 ਉਨ੍ਹਾਂ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਸੂਚੀ ਬਣਾਓ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨੀ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

3.12 ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ $Cr_2O_7^{2-}$ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਮੋਲ ਦੇ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇਗੀ ?

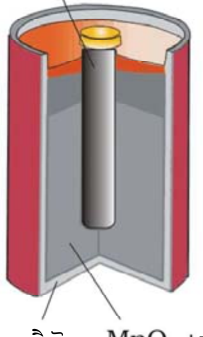
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

3.6 ਬੈਟਰੀਆਂ

ਕੋਈ ਵੀ ਬੈਟਰੀ (ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਜਾਂ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੈੱਲ ਲੜੀਬੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਜਾਂ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਸਰੋਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤਦੇ ਹਾਂ, ਮੂਲਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਹੈ ਜੋ ਰੀਡੌਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਬੈਟਰੀ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਰਤੋਂ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਹੌਲਾ ਅਤੇ ਸੰਖਿਪਤ (compact) ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਸਮੇਂ ਇਸ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਬੈਟਰੀਆਂ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਕਿਸਮਾਂ ਦੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ– ਪ੍ਰਾਈਮਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ।

3.6.1 ਪ੍ਰਾਈਮਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ

ਪ੍ਰਾਈਮਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਵਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਝ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਵਰਤੋਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਬੈਟਰੀ ਬੇਅਸਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁੜ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਲਿਆਂਦੀ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਇਸ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਜਾਣੀ ਉਦਾਹਰਣ ਖੁਸ਼ਕ ਸੈੱਲ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਖੋਜਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਲੈਕਲਾਂਸ਼ੇ ਸੈੱਲ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਮ ਕਰਕੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਅਤੇ ਘੜੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਕ ਦਾ ਇੱਕ ਬਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਐਨੋਡ ਦਾ ਕਾਰਜ ਵੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ (ਗਰੇਫਾਈਟ) ਦੀ ਛੱੜ ਜੋ ਚੌਹਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਚੂਰਣਿਤ ਮੈਂਗਨੀਜ਼ ਡਾਈਆੱਕਸਾਈਡ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਨਾਲ ਘਿਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਕੈਥੋਡ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.8)। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲਾ ਥਾਂ ਅਮੋਨੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ (NH_4Cl) ਅਤੇ ਜ਼ਿੰਕ ਕਲੋਰਾਈਡ ($ZnCl_2$) ਦੀ ਨਮ ਪੇਸਟ ਵਿੱਚ ਭਰਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਜਟਿਲ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਲਗਪਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—



ਚਿੱਤਰ 3.8—ਇੱਕ ਵਪਾਰਕ ਖੁਸ਼ਕ ਸੈੱਲ ਜ਼ਿੰਕ ਦੇ ਬਰਤਨ ਵਿੱਚ ਗਰੇਫਾਈਟ ਕੈਥੋਡ ਦੇ ਨਾਲ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਕ ਬਰਤਨ ਐਨੋਡ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

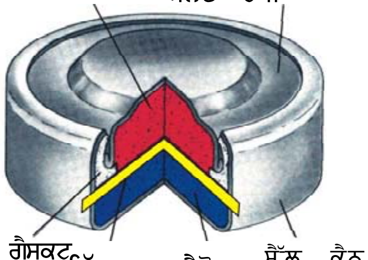
ਐਨੋਡ $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

ਕੈਥੋਡ $MnO_2 + NH_4^+ + e^- \longrightarrow MnO(OH) + NH_3$

ਕੈਥੋਡ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਮੈਂਗਨੀਜ਼ +4 ਤੋਂ +3 ਆਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਅਮੋਨੀਅਮ Zn^{2+} ਦੇ ਨਾਲ ਕੰਪਲੈਕਸ $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਦੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਲਗਪਗ 1.5 V ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਮਰਕਰੀ ਸੈੱਲ ਸੁਣਨ ਯੰਤਰ, ਘੜੀਆਂ ਆਦਿ ਵਰਗੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਵਾਲੀਆਂ ਜੁਗਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.9)। ਇਸ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਕ– ਮਰਕਰੀ ਅਮਲਗਮ ਐਨੋਡ ਦਾ ਅਤੇ HgO ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਦਾ ਪੇਸਟ ਕੈਥੋਡ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। KOH ਅਤੇ ZnO ਦੀ ਪੇਸਟ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਦੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ

PSEB



ਚਿੱਤਰ 3.9-ਆਮ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਮਰਕਰੀ ਸੈੱਲ, ਜ਼ਿੰਕ ਲਘੂਕਾਰਕ ਅਤੇ ਮਰਕਰੀ (ii) ਆੱਕਸਾਈਡ ਆੱਕਸੀਕਰਕ ਹਨ।

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਂ ਹੇਠ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ—

ਐਨੋਡ $Zn(Hg) + 2OH^- \longrightarrow ZnO(s) + H_2O + 2e^-$

ਕੈਥੋਡ $HgO + H_2O + 2e^- \longrightarrow Hg(l) + 2OH^-$

ਸਮੁੱਚੀ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰੁਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$Zn(Hg) + HgO(s) \longrightarrow ZnO(s) + Hg(l)$

ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਲਗਪਗ 1.35V ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਪੂਰਣ ਕਾਰਜ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਸਮੁੱਚੀ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਅਜਿਹਾ ਆਇਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ, ਸੈੱਲ ਦੇ ਸੰਪੂਰਣ ਕਾਰਜ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਸਕਦੀ ਹੋਵੇ।

3.6.1 ਸੈਕੰਡਰੀ ਬੈਟਰੀਆਂ (Secondary Batteries)

ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੈੱਲ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀਧਾਰਾ ਦੁਆਰਾ ਮੁੜ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਦੁਬਾਰਾ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਸਕੰਡਰੀ ਸੈੱਲ ਕਈ ਵਾਰ ਡਿਸਚਾਰਜ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਚਕਰਣ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਭ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੈੱਲ ਲੈੱਡ ਸੰਚਕ ਬੈਟਰੀ (ਚਿੱਤਰ 3.10) ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਵਾਹਨਾਂ ਅਤੇ ਇਨਵਰਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਐਨੋਡ ਲੈੱਡ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ ਲੈੱਡ ਆੱਕਸਾਈਡ (PbO_2) ਨਾਲ ਭਰੇ ਹੋਏ ਲੈੱਡ ਦਾ ਗਰਿਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। 38% ਸਲਫਿਊਰਿਕ ਐਸਿਡ ਦਾ ਘੋਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਬੈਟਰੀ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

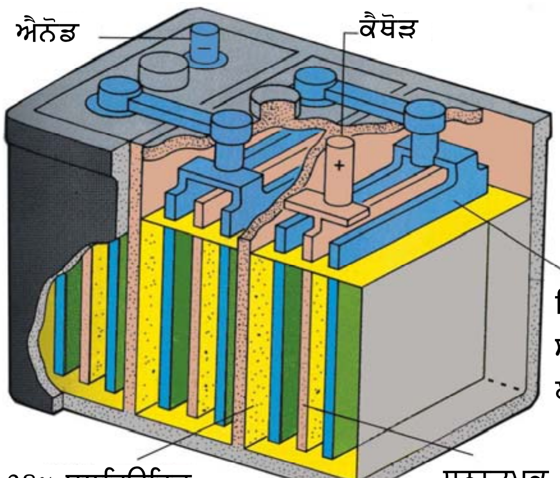
ਐਨੋਡ- $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 2e^-$

ਕੈਥੋਡ $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + H^+(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੈਥੋਡ ਅਤੇ ਐਨੋਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾ ਕੇ ਸਮੁੱਚੀ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਹੈ—

$Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

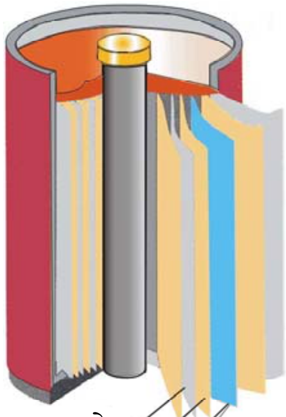
ਬੈਟਰੀ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਉਲਟਕ੍ਰਮਣੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਐਨੋਡ ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ ਵੀ ਕ੍ਰਮਵਾਰ $PbSO_4(s)$ Pb ਅਤੇ PbO_2 ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 3.10-ਲੈੱਡ ਸੰਚਕ ਸੈੱਲ

ਦੂਜਾ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੈੱਲ ਨਿੱਕਲ-ਕੈਡਮੀਅਮ ਸੈੱਲ (ਚਿੱਤਰ 3.11) ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਕਾਰਜਕਾਲ ਲੈੱਡ ਸੰਚਕ ਬੈਟਰੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਨਿਰਮਾਣ ਲਾਗਤ ਵਧੇਰੇ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਸੈੱਲ ਦੀ ਕਿਰਿਆਵਿਧੀ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਡਿਸਚਾਰਜ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਵਿਸਥਾਰ ਸਹਿਤਵਰਨਣ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਡਿਸਚਾਰਜ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਹੈ—

$Cd(s) + 2Ni(OH)_3(s) \rightarrow CdO(s) + 2Ni(OH)_2(s) + H_2O(l)$

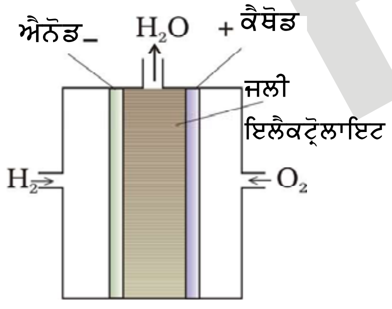


ਚਿੱਤਰ 3.11-ਇੱਕ ਮੁੜ ਚਾਰਜ ਯੋਗ ਸਿਲੰਡਰੀਕਲ ਜੈਲੀ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ, ਨਮ ਸੋਡੀਅਮ ਜਾਂ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਸਾਈਡ ਨਾਲ ਭਿੱਜੀ ਪਰਤ ਨਾਲ ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਨਿਕੱਲ ਕੈਡਮੀਅਮ ਸੈੱਲ।

3.7 ਬਾਲਣ ਸੈਲ

ਥਰਮਲ ਪਲਾਂਟਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਪੈਦਾਵਾਰ ਬੜੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਲਾਭਦਾਇਕ ਵਿਧੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਦੂਸ਼ਣ ਦਾ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਸਰੋਤ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਪਲਾਂਟਾਂ ਵਿੱਚ ਫਾੱਸਿਲ ਬਾਲਣ (ਕੋਲਾ, ਗੈਸ ਜਾਂ ਤੇਲ) ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ (ਜਲਣ ਊਰਜਾ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਉੱਚੇ ਦਾਬ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਟਰਬਾਈਨ ਨੂੰ ਚਲਾ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਸੁਯੋਗਤਾ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਜਿਹੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਨੂੰ ਲਗਾਤਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਉੱਤੇ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਕੰਪਾਰਟਮੈਂਟ ਵਿੱਚੋਂ ਲਗਾਤਾਰ ਹਟਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ, ਮੀਥੇਨ ਅਤੇ ਮੀਥੇਨੋਲ ਆਦਿ ਵਰਗੇ ਬਾਲਣਾਂ ਦੀ ਜਲਣ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸਿਧੇ ਹੀ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸਭ ਤੋਂ ਸਫਲ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦੇ ਸੰਯੋਗ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਬਣਨ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.12)। ਇਸ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਅਪੋਲੋ ਸਪੇਸ ਪਰੋਗ੍ਰਾਮ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਜਲਵਾਸ਼ਪਾਂ ਨੂੰ ਕੰਨਡੈਨਸ (condense) ਕਰਕੇ ਉਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਪੇਸ ਯਾਤਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪੀਣ ਵਾਲੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ। ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਆੱਕਸੀਜਨ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਬੁੱਲਬੁਲਿਆਂ ਨੂੰ ਮੁਸਾਮਦਾਰ ਕਾਰਬਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਵਿਚੋਂ ਜਲੀ ਸੋਡੀਅਮ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਸਾਈਡ ਘੋਲ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਦਰ ਵਧਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਸੂਖਮ ਵਿਭਾਜਿਨ ਪਲੈਟੀਨਮ ਜਾਂ ਪੈਲੇਡੀਅਮ ਧਾਤ ਵਰਗੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕਾਂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਮਿਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ—



ਚਿੱਤਰ 3.12–ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਜੋ H_2 ਅਤੇ O_2 ਨੂੰ ਵਰਤ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਕੈਥੋਡ $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

ਐਨੋਡ $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \longrightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$

ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ—

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,H_2O(l)$$

ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਅਪੂਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਸੈੱਲ ਲਗਾਤਾਰ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਥਰਮਲ ਪਲਾਂਟਾਂ ਦੀ ਤੁੱਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਦੀ ਸੁਯੋਗਤਾ 40% ਹੈ, ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ 70% ਸੁਯੋਗਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਾਲਣ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਸੁਯੋਗਤਾ ਵਧਾਉਣ ਦੇ

PSEB

ਲਈ ਨਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪਦਾਰਥ ਚੰਗੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਬੜੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਤਰੱਕੀ ਹੋਈ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵਾਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਜੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਪ੍ਰਦੂਸ਼ਣ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਭਵਿੱਖ ਵਿੱਚ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮਹੱਤਵ ਨੂੰ ਵੇਖਦੇ ਹੋਏ ਅਨੇਕਾਂ ਕਿਸਮ ਦੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

3.8 ਖੋਰ

ਖੋਰ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਆੱਕਸਾਈਡ ਜਾਂ ਧਾਤ ਦੇ ਹੋਰ ਲੂਣਾਂ ਨਾਲ ਮੱਠੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਮਕ ਰਹਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਲੋਹੇ ਵਿੱਚ ਜੰਗ ਲੱਗਣਾ, ਚਾਂਦੀ ਦਾ ਬਦਰੰਗ ਹੋਣਾ, ਕਾੱਪਰ ਅਤੇ ਪਿੱਤਲ ਉੱਤੇ ਹਰੇ ਰੰਗ ਦਾ ਲੇਪ ਹੋਣਾ, ਖੋਰ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਣਾ ਹਨ। ਇਹ ਇਮਾਰਤਾਂ, ਪੁੱਲਾਂ, ਜਹਾਜਾਂ ਅਤੇ ਧਾਤਾਂ ਤੋਂ ਬਣੀਆਂ ਸਾਰੀ ਵਸਤੂਆਂ, ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਣੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਨੁਕਸਾਨ ਪਹੁੰਚਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖੋਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਸਾਨੂੰ ਹਰ ਸਾਲ ਕਰੋੜਾਂ ਰੁਪਇਆਂ ਦੀ ਹਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਖੋਰ ਵਿੱਚ, ਧਾਤ ਆੱਕਸੀਜਨ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦੇ ਕੇ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦਾ ਆੱਕਸਾਈਡ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਲੋਹੇ ਦਾ ਖੋਰ (ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਜਿਸ ਨੂੰ ਜੰਗ ਲੱਗਣਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਹਵਾ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਖੋਰ ਦਾ ਰਸਾਇਣ ਬਹੁਤ ਜਟਿਲ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਰਿਘਟਨਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਣੀ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਲ ਤੇ ਜਦੋਂ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਸਥਾਨ ਐਨੋਡ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.13) ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

ਐਨੋਡ :- $2\ Fe(s) \longrightarrow 2\ Fe^{2+} + 4\ e^-$ $\qquad E^\circ_{(Fe^{2+}/Fe)} = -0.44^{V}$

ਐਨੋਡੀ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ, ਧਾਤ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ ਚੱਲ ਕੇ ਧਾਤ ਦੇ ਦੂਜੇ ਸਥਾਨ ਉੱਤੇ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉੱਥੇ H^+ ਆਇਨ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦਾ ਲਘੂਕਰਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। (ਸਮਝਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ H^+,CO_2 ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣ ਨਾਲ ਬਣੇ H_2CO_3 ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੋਰ ਤੇਜ਼ਾਬੀ ਆੱਕਸਾਈਡਾਂ ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣ ਨਾਲ ਵੀ ਉਪਲਬਧ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ)। ਇਹ ਸਥਾਨ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੈਥੋਡ ਵਾਂਗ ਵਿਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ—

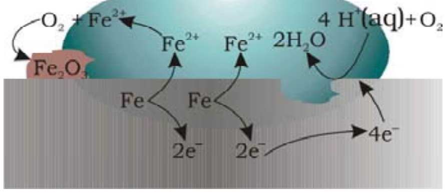
ਕੈਥੋਡ– $O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \longrightarrow 2\ H_2O\ (l);\ E^\circ_{H^+|O_2|H_2O} = 1.23V$

ਸਮੁੱਚੀ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਆ $2Fe(s) + O_2(g) + 4H^+(aq) \longrightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 2\ H_2O\ (l);$ $E^\circ_{(\text{ਸੈੱਲ})} = 1.67\ V$

ਇਸ ਦੇ ਉਪਰੰਤ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦੁਆਰਾ ਫੈਰਸ ਆਇਨ ਹੋਰ ਵਧੇਰੇ ਆੱਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਫੈਰਿਕ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜੋ ਜਲ ਯੋਜਿਤ ਫੈਰਿਕ ਆੱਕਸਾਈਡ ($Fe_2O_3\ .x\ H_2O$) ਬਣਾ ਕੇ ਜੰਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਨ ਮੁੜ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਖੋਰ ਦੀ ਰੋਕਥਾਮ ਅਤਿ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਨਾ ਕੇਵਲ ਧਨ ਦੀ ਬੱਚਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਪੁਲਾਂ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਜਾਂ ਖੋਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕਿਸੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਘਟਕ ਦੇ ਬੇਅਸਰ ਹੋਣ ਵਰਗੀਆਂ ਦੁਰਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਖੋਰ ਰੋਕਣ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਹੈ, ਕਿ ਧਾਤ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਨਾ ਆਉਣ ਦੇਣਾ। ਇਹ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਪੇਂਟ ਜਾਂ ਹੋਰ ਰਸਾਇਣਾਂ (ਉਧਾਹਰਣ ਬਿੱਸਫੀਨੋਲ) ਨਾਲ ਲੇਪਿਤ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੋਰ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਹੈ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ⁄ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਅਜਿਹੀ ਧਾਤ (Sn, Zn ਆਦਿ) ਨਾਲ ਢੱਕ ਦੇਣਾ ਜੋ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੀ ਰੱਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲਏ। ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਧੀ ਹੈ, ⁄ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਅਜਿਹੀ ਧਾਤ ਜਿਵੇ My,ZN ਅਦਿ ਦੀ ਅਰਪਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਡ ਉਪਲਵਧ ਕਰਨਾ ਆਪ ਖੁਰ, ਜੋ ਅਪਖੁਰ ਕੇ ਵਸਤੂ ਦੀ ਰੱਖਿਆ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 3.13- ਲੋਹੇ ਦਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਖੋਰ



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

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

ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਆਕਸੀਕਰਣ-

$2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s) + 4H^+(aq)$

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

3.13 ਚਾਰਜਿੰਗ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਵਰਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਵਰਨਣ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਲੈੱਡ ਸੰਚਕ ਸੈੱਲ ਦੀ ਚਾਰਜਿੰਗ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਦਾ ਵਰਨਣ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਕਰੋ।

3.14 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਦੋ ਹੋਰ ਪਦਾਰਥ ਸੁਝਾਓ।

3.15 ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਲੋਹੇ ਉੱਤੇ ਜੰਗ ਲੱਗਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਬਣਨਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਅਰਥ ਸ਼ਾਸਤਰ

ਵਰਤਮਾਨ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਅਰਥ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਚਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਤਿੰਨ ਮੁੱਖ ਸਰੋਤ ਫਾੱਸਿਲ ਬਾਲਣ ਜਿਵੇਂ ਕੋਲਾ, ਤੇਲ ਅਤੇ ਗੈਸ ਹਨ। ਜਿਉਂ-ਜਿਉਂ ਧਰਤੀ ਉੱਤੇ ਲੋਕ ਅਪਣਾ ਜੀਵਨ ਸਤਰ ਸੁਧਾਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਤਿਉਂ-ਤਿਉਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਵੀ ਵਧੇਗੀ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਊਰਜਾ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਅਕਤੀ ਵਰਤੋਂ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਪੈਮਾਨਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਊਰਜਾ ਉਤਪਾਦਨ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਵਿਅਰਥ ਹੀ ਗੁਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ 'ਗਰੀਨ ਹਾਊਸ ਪ੍ਰਭਾਵ' ਫਾੱਸਿਲ ਬਾਲਣਾਂ ਦੇ ਬਲਣ ਨਾਲ ਪੈਦਾ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈ ਆੱਕਸਾਈਡ ਦਾ ਹੀ ਪਰਿਣਾਮ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਧਰਤੀ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਧਰੁਵੀ ਬਰਫ਼ ਪਿਘਲਣ ਲੱਗ ਪਈ ਹੈ ਅਤੇ ਮਹਾਂਸਾਗਰਾਂ ਦਾ ਸਤਰ ਵੱਧਣ ਲੱਗਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਸਮੁੰਦਰਾਂ ਦੇ ਕੰਢਿਆਂ ਤੇ ਨੀਵੇਂ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਹੜ੍ਹ ਆ ਜਾਏਗਾ ਅਤੇ ਕੁਝ ਰਾਸ਼ਟਰ ਜੋ ਕਿ ਦੀਪ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਮਾਲਦੀਵ, ਦੇ ਪੂਰਣ ਤੌਰ 'ਤੇ ਡੁੱਬ ਜਾਣ ਦਾ ਖਤਰਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਪਰਲੋਂ ਤੋਂ ਬਚਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕਾਰਬਨ ਯੁਕਤ ਬਾਲਣਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਸੀਮਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਸ ਦਾ ਅਦਰਸ਼ ਵਿਕਲਪ ਹੈ; ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦੇ ਬਲਣ ਨਾਲ ਸਿਰਫ਼ ਪਾਣੀ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਸੂਰਜੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਿਯੋਜਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇੱਕ ਨਵੀਂ ਕਰਣੀ ਅਤੇ ਅ-ਪ੍ਰਦੂਸ਼ਕ ਸਰੋਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਰਥਸ਼ਾਸਤਰ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨ ਤੋਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਅਤੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਬਲਣਾ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਭਵਿੱਖ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੋਣਗੇ। ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਤਕਨੀਕਾਂ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਿਧਾਂਤਾਂ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹਨ।

ਸਾਰਾਂਸ਼

ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਧਾਤਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲ (ਘੋਲਾਂ) ਵਿੱਚ ਡੁੱਬੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਦਾ ਇੱਕ ਮਹਵੱਤਪੂਰਣ ਘਟਕ ਆਇਨਿਕ ਚਾਲਕ ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਦੋ ਕਿਸਮਾਂ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਰੀਡਾੱਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇੱਕ ਅ-ਸੁੱਤੇ ਰੀਡਾੱਕਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਰਾਉਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਸਹੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਡੁੱਬੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦਾ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਜ਼ੀਰੋ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਕੈਥੋਡ ਅਤੇ ਐਨੋਡ ਦੀਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ($E^{\circ}_{(\text{ਸੈੱਲ})} = E^{\circ}_{(\text{ਕੈਥੋਡ})} - E^{\circ}_{(\text{ਐਨੋਡ})}$) ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ, ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਗਿੱਬਜ ਊਰਜਾ ($\Delta_r G^{V} = -nFE^{\circ}_{(\text{ਸੈੱਲ})}$)ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ($\Delta_r G^{V} = - RT \ln K$) ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀਆਂ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਨਰਨਸਟ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਿਟਿਕ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ, κ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘੋਲਕ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ Λ_m ਨੂੰ $\Lambda_m = \kappa / c$ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ c ਮੋਲਰ ਸੰਘਣਤਾ ਹੈ। ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਣ ਦੇ ਨਾਲ ਚਾਲਕਤਾ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਦਾ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਣ ਦੇ ਨਾਲ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਹਲਕੇ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਦੁਰਬਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਵਾਧਾ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੋਹਲਰਾਓਸ਼ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਅਨੰਤ ਹਲਕੇ ਹੋਣ ਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਆਇਨਾਂ ਦੀਆਂ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਗਮਨ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵਰਤੋਂ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਸੰਚਾਲਨ ਆਇਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਤੇ ਲਘੂਕਰਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਉੱਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬੈਟਰੀਆਂ ਅਤੇ ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦੇ ਬਹੁਤ ਲਾਭਦਾਇਕ ਰੂਪ ਹਨ। ਧਾਤਾਂ ਦਾ ਖੋਰ ਵੀ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਿਧਾਂਤ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ-ਅਰਥ ਸ਼ਾਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

3.1 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਉਸ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੂਣਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ—

Al, Cu, Fe, Mg ,ਅਤੇ Zn.

3.2 ਹੇਠ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵੱਧਦੀ ਹੋਈ ਲਘੂਕਾਰਕ ਸਮਰੱਥਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰੋ—

$K^+/K = -2.93V$, $Ag^+/Ag = 0.80V$,

$Hg^{2+}/Hg = 0.79V$

$Mg^{2+}/Mg = -2.37$ V, $Cr^{3+}/Cr = -0.74V$

3.3 ਉਸ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਓ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

$Zn(s)+2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq)+2Ag(s)$, ਹੁਣ ਦੱਸੋ

(i) ਕਿਹੜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਹੈ ?

(ii) ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੇ ਵਾਹਕ ਕਿਹੜੇ ਹਨ ?

(iii) ਹਰ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਉੱਤੇ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕੀ ਹੈ ?

3.4 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਂਵਾਂ ਵਾਲੇ ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ ਦੀ ਸਟੈਂਡਰਡ ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ—

(i) $2Cr(s) + 3Cd^{2+}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3Cd$

(ii) $Fe^{2+}(aq) + Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$

ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ $\Delta_r G^\circ$ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਵੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

3.5 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ 298 K ਉੱਤੇ ਨਰਨਸਟ ਸਮੀਕਰਣ ਅਤੇ emf ਲਿਖੋ—

(i) $Mg(s)|Mg^{2+}(0.001M)||Cu^{2+}(0.0001M)|Cu(s)$

(ii) $Fe(s)|Fe^{2+}(0.001M)||H^+(1M)|H_2(g)(1bar)|Pt(s)$

(iii) $Sn(s)|Sn^{2+}(0.050M)||H^+(0.020M)|H_2(g)$ (1 bar)|Pt(s)

(iv) $Pt(s)|Br^-(0.010M)|Br_2||H^+(0.030M)|H_2(g)$ (1 bar)|Pt(s).

3.6 ਘੜੀਆਂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਜੁਗਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਬਟਨ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

$Zn(s) + Ag_2O(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) + 2OH^-(aq)$

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ $\Delta_r G^\circ$ ਅਤੇ E° ਪਤਾ ਕਰੋ।

3.7 ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਿਓ। ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ।

3.8 298 K ਉੱਤੇ 0.20M KCl ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ 0.0248 $S\ cm^{-1}$ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

3.9 298 K ਉੱਤੇ ਇੱਕ ਚਾਲਕਤਾ ਸੈੱਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 0.001 M KCl ਘੋਲ ਹੈ, ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 1500 Ω ਹੈ। ਜੇ 0.001M KCl ਘੋਲ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ 298 K ਉੱਤੇ $0.146 \times 10^{-3}\ S\ cm^{-1}$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸੈੱਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?

3.10 298 K ਉੱਤੇ ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੀਆਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਉੱਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਮਾਪਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਜਿਸ ਦੇ ਅੰਕੜੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਹਨ—

ਸੰਘਣਤਾ 37/M	0.001	0.010	0.020	0.050	0.100
$10^2 \times K/S\ m^{-1}$	1.237	11.85	23.15	55.53	106.74

ਸਾਰੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ Λ_m ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ ਅਤੇ Λ_m ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਆਲੇਖ ਖਿੱਚੋ। Λ_m° ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

3.11 0.00241 M ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ 7.896×10^{-5} S cm^{-1} ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ। ਜੇ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਦੇ ਲਈ Λ_m^0 ਦਾ ਮਾਨ 390.5 S cm^2 mol^{-1} ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦਾ ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?

3.12 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇਗੀ ?

(i) 1 ਮੋਲ Al^{3+} ਨੂੰ Al ਵਿੱਚ

(ii) 1 ਮੋਲ Cu^{2+} ਨੂੰ Cu ਵਿੱਚ

(iii) 1 ਮੋਲ MnO_4^- ਨੂੰ Mn^{2+} ਵਿੱਚ

3.13 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਫੈਰਾਡੇ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ ?

(i) 1 ਮੋਲ H_2O. 20 ਨੂੰ O_2 ਵਿੱਚ

(ii) 1 ਮੋਲ FeO ਨੂੰ Fe_2O_3 ਵਿੱਚ

3.14 $Ni(NO_3)_2$ ਦੇ ਇੱਕ ਘੋਲ ਦਾ ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ 5 ਐਮਾਪੀਅਰ ਦੀ ਧਾਰਾ ਲੰਘਾਉਣ ਤੇ 20 ਮਿੰਟ ਤਕ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਨਿੱਕਲ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ ?

3.15 $ZnSO_4$, $AgNO_3$ ਅਤੇ $CuSO_4$ ਘੋਲ ਵਾਲੇ ਤਿੰਨ ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨ ਸੈੱਲਾਂ A,B,C ਨੂੰ ਸ਼੍ਰੇਣੀਬੱਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ 1.5 ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਸੈੱਲ B ਦੇ ਕੈਥੋਡ ਉੱਤੇ 1.45 g ਸਿਲਵਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਤੱਕ ਲਗਾਤਾਰ ਲੰਘਾਈ ਗਈ। ਦੱਸੋ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਲਈ ਲੰਘਾਈ ਗਈ। ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ ਕਾੱਪਰ ਅਤੇ ਜ਼ਿੰਕ ਦਾ ਪੁੰਜ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

3.16 ਸਾਰਣੀ 3.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸਟੈਂਡਰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਅਨੁਮਾਨ ਲਾਓ ਕਿ ਕੀ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਸੰਭਵ ਹੈ ?

(i) Fe^{3+}(aq) ਅਤੇ I^-(aq)

(ii) Ag^+ (aq) ਅਤੇ Cu(s)

(iii) Fe^{3+} (aq) ਅਤੇ Br^-(aq)

(iv) Ag(s) ਅਤੇ Fe^{3+}(aq)

(v) Br_2 (aq) ਅਤੇ Fe^{2+}(aq).

3.17 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰ ਇੱਕ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਨਾਲ ਉਪਜਾਂ ਦੱਸੋ—

(i) ਸਿਲਵਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ $AgNO_3$ ਦਾ ਜਲੀ ਘੋਲ

(ii) ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ $AgNO_3$ ਦਾ ਜਲੀ ਘੋਲ

(iii) ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ H_2SO_4 ਦਾ ਹਲਕਾ ਘੋਲ

(iv) ਪਲੈਟੀਨਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ $CuCl_2$ ਦਾ ਜਲੀ ਘੋਲ

ਕੁਝ ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

3.5 $E_{(ਸੈੱਲ)} = 0.91V$

3.6 $\Delta_r G^\circ = -45.54$ kJ mol^{-1}, $K_c = 9.62 \times 10^7$

3.7 0.114, 3.67×10^{-4} mol L^{-1}

PSEB