

## ল্যাম্বার্ট-বিয়ার এর সূত্র ও অজ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়ঃ

কোনো সমসত্ত্ব দ্রবণের ভেতর দিয়ে নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নির্দিষ্ট তীব্রতার আলোকরশ্মি প্রেরণ করলে করে দ্রবণ থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মির তীব্রতা হ্রাস পায়। এই হ্রাস পাওয়া তীব্রতার পরিমাপ ই হচ্ছে দ্রবণটির দ্বারা শোষিত আলোর পরিমাণ। আলোকরশ্মির তীব্রতা হ্রাস এর এই সংক্রান্ত সূত্রটি বিয়ার-ল্যাম্বার্ট এর সূত্র (Beer-Lambert law) নামে পরিচিত।

তীব্রতার হ্রাস এর পরিমাপ বিষয়ে দুটি সংজ্ঞা জেনে নেওয়া প্রয়োজন যেগুলি হল সঞ্চালন হার (Transmittance) এবং শোষণ (Absorbance) ।

সঞ্চালন হার (Transmittance) -

কোনো উৎস থেকে  $I_0$  তীব্রতার আলো নিঃসৃত হলে এবং এই আলো কোনো দ্রবণের মধ্য দিয়ে  $I$  তীব্রতায় নির্গত হলে সঞ্চালন হার (Transmittance) হল  $I/I_0$  অনুপাতটি।

এই হারকে  $T$  দ্বারা প্রকাশ করলে লেখা যায়,

$$T = I/I_0 \quad \dots\dots\dots (১)$$

$T$  কে শতকরা আকারেও প্রকাশ করা হয়ে থাকে, যাকে শতকরা সঞ্চালন হার বলা হয় এবং একে  $\%T$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।  $\%T$  এর মান এক্ষেত্রে,  $I/I_0$  অনুপাতটিকে 100 দিয়ে গুণ করে নির্ণয় করা হয়।

শোষণ (Absorbance)-

কতখানি আলোক শোষিত হল তা পরিমাপ করার জন্য শোষণ(Absorbance) রাশিটি ব্যবহার করা হয়। এটির মান হল  $\log_{10} (I_0 / I)$  রাশিটি এবং একে  $A$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$A = \log_{10} (I_0 / I) \quad \dots\dots\dots (২)$$

কোনো দ্রবণ কোনো আলো শোষণ না করলে  $I = I_0$  হয় এবং  $I_0/I = 1$  হয়। সেক্ষেত্রে শোষণের মান ০ হয়।  
 দ্রবণ সম্পূর্ণ আলো শোষণ করে নিলে  $I$  এর মান হয় ০ এবং ফলস্বরূপ,  $I_0/I = \infty$  হয়ে যায়। সেক্ষেত্রে  
 শোষণের মান হয় অসীম।

$A$  আর  $T$  এর মধ্যে নিম্নলিখিত সম্পর্ক বিদ্যমান।

$$A = \log_{10} (1/T) , \quad \dots\dots\dots (৩)$$

ল্যাম্বার্ট এর সূত্রঃ

কোনো সমসত্ত্ব দ্রবণের ভেতর দিয়ে একক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নির্দিষ্ট তীব্রতার আলোকরশ্মি প্রেরণ করলে,  
 মাধ্যমের বেধের সাপেক্ষে আপতিত রশ্মির তীব্রতা হ্রাসের হার, আপতিত রশ্মির তীব্রতার  
 সমানুপাতিক।

গাণিতিক ভাবে লিখলে,

$$\begin{aligned} -\frac{dI}{dl} &\propto I \\ \therefore -\frac{dI}{dl} &= k'I \\ \Rightarrow -\frac{dI}{I} &= k'dl \\ \Rightarrow -\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} &= k' \int_0^l dl \\ \Rightarrow [-\ln I]_{I_0}^I &= k'l \\ \Rightarrow -(\ln I - \ln I_0) &= k'l \\ \Rightarrow \ln \frac{I}{I_0} &= -k'l \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = -\frac{k'}{2.303} l$$

$$\Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = -k'' l$$

..... (8)

ইহাই ল্যান্সার্ট এর সূত্রের গাণিতিক রূপ।

ল্যান্সার্ট-বিয়ার এর সূত্র:

কোনো সমসত্ত্ব দ্রবণের ভেতর দিয়ে একক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নির্দিষ্ট তীব্রতার আলোকরশ্মি প্রেরণ করলে, মাধ্যমের বেধের সাপেক্ষে আপতিত রশ্মির তীব্রতা হ্রাসের হার, আপতিত রশ্মির তীব্রতা ও দ্রবণের ঘনমাত্রা বা গাঢ়ত্বের সমানুপাতিক।

দ্রবণের গাঢ়ত্ব C ধরলে,

$$-\frac{dI}{dl} \propto C.I$$

$$\therefore -\frac{dI}{dl} = kC.I$$

$$\Rightarrow -\frac{dI}{I} = kC. dl$$

$$\Rightarrow -\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = kC \int_0^l dl$$

$$\Rightarrow [-\ln I]_{I_0}^I = kCl$$

$$\Rightarrow -(\ln I - \ln I_0) = kC.l$$

$$\Rightarrow \ln \frac{I}{I_0} = -kCl$$

$$\Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = -\frac{k}{2.303} Cl$$

$$\Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = -\epsilon Cl$$

..... (৫)

ইহাই ল্যান্সার্ট-বিয়ার এর সূত্রের গাণিতিক রূপ। এখানে  $\epsilon$  একটি ধ্রুবক। একে মোলার অবশোষণ গুণক বলা হয়।

অতএব, ল্যাম্বার্ট-বিয়ার এর সূত্র থেকে আমরা লিখতে পারি,

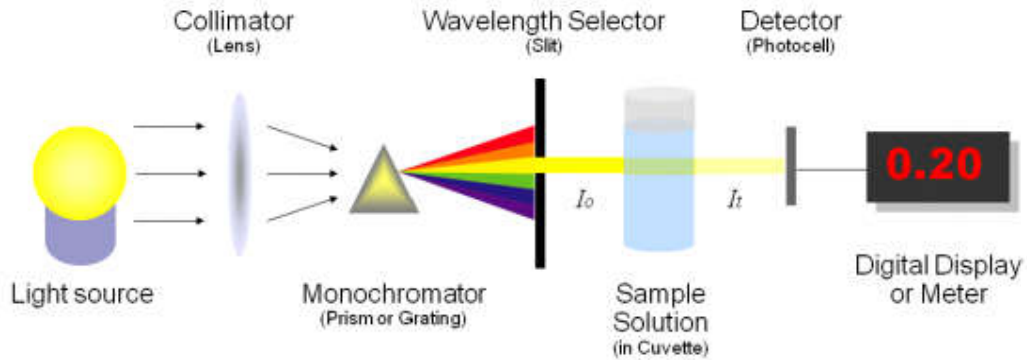
$$A = \epsilon Cl$$

..... (৫)

### স্পেকট্রোফটোমিটার (Spectrophotometer)

যে যন্ত্রের মাধ্যমে শোষণ বা Absorbance এর পরিমাপ করা হয় তার নাম স্পেকট্রোফটোমিটার (Spectrophotometer)। এই যন্ত্রে একটি নির্দিষ্ট চেম্বারে , একটি কিউভেটে পরীক্ষণীয় দ্রবণ নেওয়া হয় এবং এর ভেতর দিয়ে নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো যেতে দেয়া হয়। যন্ত্রটি আপতিত ও নিঃসৃত আলোর তীব্রতার অনুপাত পরিমাপ করে তা থেকে শোষণ গণনা করে এবং প্রদর্শন করে।

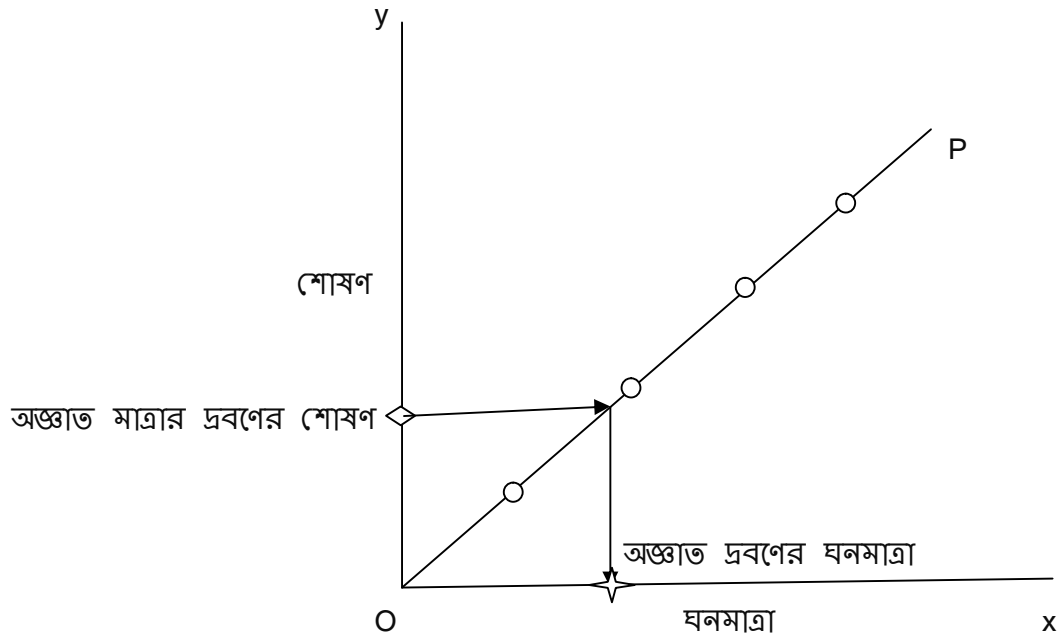
নিম্নে একটি প্রচলিত স্পেকট্রোফটোমিটারের কার্যপ্রণালী বর্ণনা করা হল।



ছবি কৃতজ্ঞতা : chemwiki.ucdavis.edu

বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রের সাহায্য নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে আমরা ব্যবহারিকভাবে দ্রবণের ঘনমাত্রা বের করতে পারি। এর জন্য আমরা কিছু জ্ঞাত মাত্রার দ্রবণ ব্যবহার করবো এবং স্পেকট্রোফটোমিটার যন্ত্র ব্যবহার করব।

মনো করা যাক, পরীক্ষণীয় বস্তুর চারটি জ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণ আছে। স্পেকট্রোফটোমিটার যন্ত্র ব্যবহার করে এই জ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণ গুলির শোষণ খুব সহজেই নির্ণয় করা যায়। এরপর আমরা এদের লেখচিত্র আঁকলে মূলবিন্দুগামী OP সরলরেখা পাই। একে আমরা ক্রমাংকন লেখচিত্র (Calibration curve) বলি।



চিত্র: ১। ক্রমাংকন লেখচিত্র।

এখানে চারটি  $\circ$  চিহ্ন দ্বারা চারটি জ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণের শোষণ চিহ্নিত করা হয়েছে। অজ্ঞাত মাত্রার দ্রবণের শোষণ কে  $\diamond$  চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে। অজ্ঞাত মাত্রার দ্রবণের শোষণ এর মান থেকে  $x$  অক্ষের সমান্তরাল বরাবর রেখা টানলে, সেই রেখা OP সরলরেখার যে বিন্দুতে ছেদ করে, তা থেকে  $x$  অক্ষের উপর লম্ব অঙ্কন করা হয়। সেই লম্ব  $x$  অক্ষকে যে বিন্দুতে ছেদ করে তাই অজ্ঞাত ঘনমাত্রার মান।

তথ্যসূত্র:

১। <http://shoshikkha.com/archives/1703>

২। Physical Chemistry: I. N. Levine, 2<sup>nd</sup> edition (A Popular textbook).

৩। ভৌত রসায়ন, শ্রীকুমার চৌধুরী।