

Lambert-Beer の法則:[Ni²⁺] の定量

2006 年 9 月 2 日

ランベルト-ベール (Lambert-Beer) の法則とは、物質による光の吸収に関する経験則で、入射光の強度 I_0 と透過光の強度 I との比の対数が吸収物質の厚さ d に比例することを表わすランベルトの法則と、溶液による光の吸収係数が濃度 c に依存することを表わすベールの法則を併せたものであり、次の式で表わすことができる。

$$\log_{10}(I_0/I) = \epsilon cd \quad (1)$$

ここで、 $\log_{10}(I_0/I)$ を吸光度といい、この値は比色計で測定することができる。 c がモル濃度の場合の ϵ をモル吸光係数といい、一般に物質と光の波長だけによってきまる定数となる。

(1) 式により、一定の波長を吸収するような溶液については、比色計によって吸光度は測定できるので、その濃度を求めることが可能となる。その為には、濃度が予め分かっている、その物質の標準溶液をいくつか用意し、これら標準溶液の濃度と吸光度の関係(検量線:1次関数で示される)を求め、濃度不明の同じ物質の水溶液の吸光度を測定することで、この検量線から濃度を決定することになる。

今回は、硫酸ニッケル (II) 水溶液の標準水溶液を用意し、これらの Vernier 社製の比色センサ (Colorimeter) を利用して、硫酸ニッケル (II) 水溶液は緑色であるから、635nm(赤色光) の光を使って吸光度を測定し、これら濃度と吸光度のデータより検量線を Logger Pro により描かせ、濃度不明の硫酸ニッケル (II) 水溶液の濃度を求める実験を行った。

まず、Colorimeter に純水を入れたセルをセットし、この透過率を 100% に設定する補正を行い、次に、表.1 に記したような各標準溶液を調製した。尚、これら溶液の調製は、10ml のメスピペットを使って行った。また、実験は室温 25 °C の実験室で行った。

表 1: 調製した硫酸ニッケル (II) 標準水溶液の濃度

| 標準溶液番号 | 0.40M NiSO ₄ aq の体積 (ml) | 純水の体積 (ml) | 標準 NiSO ₄ aq の濃度 (mol/l) |
|--------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|
| 1 | 2.0 | 8.0 | 0.08 |
| 2 | 4.0 | 6.0 | 0.16 |
| 3 | 6.0 | 4.0 | 0.24 |
| 4 | 8.0 | 2.0 | 0.32 |
| 5 | 10 | 0 | 0.40 |

検量線を作成する実験結果は、次の表.2 の通りとなった。

表 2: 濃度と吸光度の関係

| 標準溶液番号 | 濃度 (mol/l) | 吸光度 (absorbance) |
|--------|------------|------------------|
| 1 | 0.08 | 0.128 |
| 2 | 0.16 | 0.252 |
| 3 | 0.24 | 0.383 |
| 4 | 0.32 | 0.494 |
| 5 | 0.4 | 0.603 |

次の表.2 を Logger Pro に入力すると、図.1 の検量線が簡単なコマンドにより作成できる。

検量線の式は

$$y = 1.488x + 0.01488$$

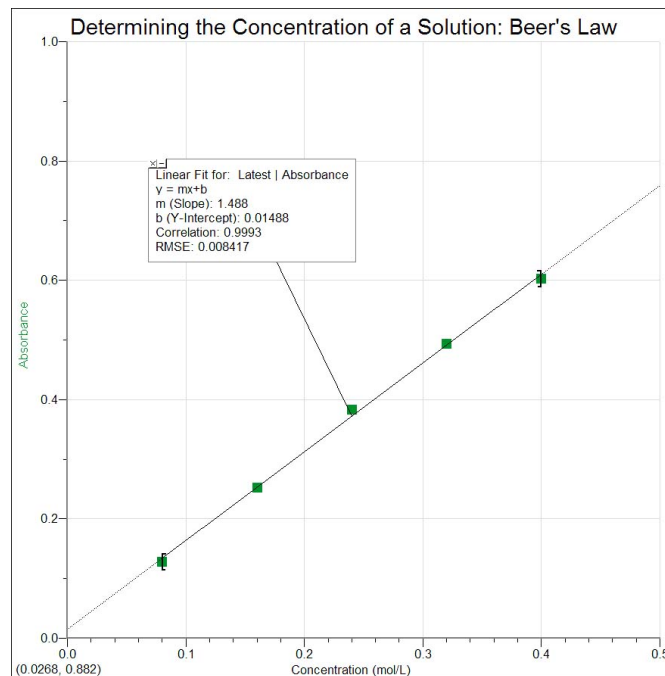


図. 1: 硫酸ニッケル (II) 標準溶液の濃度と吸光度

で示される。ここで、 x は硫酸ニッケル (II) 水溶液の濃度であり、 y は吸光度である。以上で、濃度未知の硫酸ニッケル (II) 水溶液 (試料溶液) の濃度を求める為の用意は終了したので、実際に、この試料溶液の吸光度を測定したところ、0.456 となった。従って、検量線の式より (Logger Pro 内では、補間という手続きを選べば、吸光度の値から即座に、それに相当する濃度が決定されるが)、試料溶液の濃度は、0.296 mol/l と決定することができた。尚、実は、この試料溶液は予め 0.30mol/l になるように調製した硫酸ニッケル (II) 水溶液であったので、吸光度を測定することで、充分正確に濃度が決定できたということになったのである。