

Измерване на коефициентът на топлинно разширение на етилов спирт

Васил Николов
(Dated: 09.06.2022)

I. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА УСТАНОВКА

Установката се състои от голяма и малка колба, капилярка с диаметър $d = (1.5 \pm 0.08)\text{mm}$ и термометър. Голямата колба е пълна с вода, и лужи за водна баня на малката колба, в която е сложен спирт. Така се гарантира еднаква температура на спирта в целия обем на малката колба. Когато спиртът се нагрива обемът му се увеличава. Тъй като той се разширява повече от малката колба, спиртът влиза в капилярката, където можем да измерим височината му като функция на температурата.

II. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

При увеличаване на температурата на спирт неговият обем се променя приблизително линейно, по закона

$$V(T) = V_0(1 + \lambda(T - T_0))$$

Тук V_0 е обемът на спирта при дадена температура, T_0 , а λ е константа, коефициентът на обемно топлинно разширение на спиртът. Ако за дадена температура T обемът на спирта е $V(T)$, и той се е изкачил на разстояние H в капилярката, то

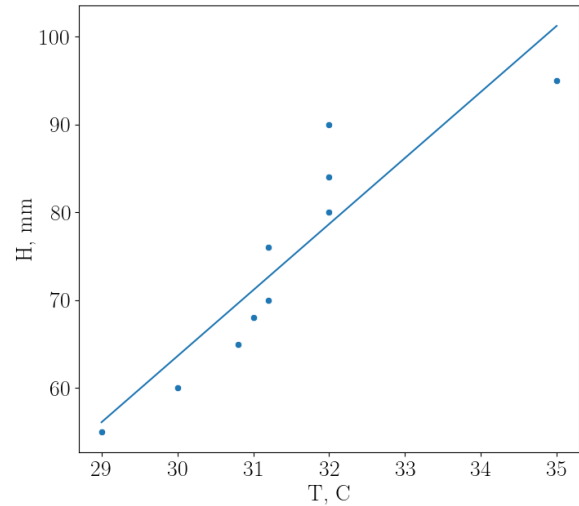
$$\begin{aligned} V(T) &= V_0 + H * \pi R^2 \\ V(T) &= V_0 + V_0 \lambda (T - T_0) \\ V_k(T) &= V_0 + \lambda_0 (T - T_0) \\ \pi R^2 H &= V(T) - V_k(T) \\ H &= \frac{V_0 \lambda - \lambda_0}{\pi R^2} (T - T_0) \end{aligned}$$

Ако направим графика на $y = H$, $x = T$, очакваме да е права линия с наклон. Така можем да изразим

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{V_0 \lambda - \lambda_0}{\pi R^2} \\ \lambda &= \frac{\pi R^2 \frac{dy}{dx} + \lambda_0}{V_0} \end{aligned} \quad (1)$$

По уравнение (1) можем да пресметнем коефициентът на обемно топлинно разширение на спирта.

III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДАННИ И РЕЗУЛТАТИ



Фигура 1. Графика на височината на издигане на спирта

От графиката определяме, че $\frac{dy}{dx} = (7.5 \pm 1.5) \text{ mm/K}$. Оказва се, че коефициентът на обемно разширение на стъклото е на порядъци по-малък от този на спирта ($\frac{\Delta V}{V \Delta T} \approx 2e-6 \text{ K}^{-1}$), и той няма почти никакво влияние върху крайният резултат. За коефициентът на обемно разширение на спиртът получаваме $\lambda = 1.04e-3 \text{ K}^{-1} \pm 40\%$, като грешката е дадена за 95% сигурност. Този резултат е в съгласие с табличната стойност $\lambda_t = 1.09e-3 \text{ K}^{-1}$