

Определяне на относителната плътност на парите на хлороформ по метода на Виктор Майер

Васил Николов
(Dated: 03.06.2022)

I. Цел на упражнението

Да се измери относителната плътност на парите на хлороформ по метода на Виктор Майер. Представяме резултатите в относителен вид $\theta = \frac{\rho}{\rho_0}$ за да получим безразмерна величина, която лесно можем да сравняваме, и е лесна за интуитивно разбиране. Тук ρ_0 е плътността на сух въздух при стандартни условия.

II. Експериментална установка

Установката се състои от дълга и тясна епруветка, в която ще сложим отворена ампула с хлороформ. Епруветката е запушена, и свързана с маркуч. Около тази епруветка има по-голяма и деобла стъклена тръба, в която се пуска пара, създадена от парогенератор. Голямата тръба действа като изолатор за малката, за да може тя да се загрее достатъчно. Маркучът е потопен във вана с вода. Във ваната се поставя вертикална епруветка, която е напълнена предварително с вода. По този начин когато я обърнем с дъното нагоре тя ще е пълна с вода. Свободният край на маркуча се пъха в отвора на потопената епруветка, така че газът, който излиза, ще остане в нея.

III. Теоретична обосновка

Нека след като сложим ампулата с хлороформ и се установи равновесие обемът на газът в обърнатата епруветка е V , височината на водният стълб е h , а налягането на наситените водни пари за стайна температура е e . Знаем масата на хлороформът M . Нека налягането в обърнатата епруветка е p .

$$\begin{aligned}\frac{p_0 V_0}{T_0} &= \frac{pV}{T} \\ V_0 &= \frac{pVT_0}{p_0 T} \\ \theta = \frac{\rho}{\rho_0} &= \frac{M}{V_0 \rho_0} = \frac{Mp_0 T}{pVT_0 \rho_0} \\ p + e + \rho_w gh &= p_{atm} \\ \theta &= \frac{Mp_0 T}{(p_{atm} - e - \rho_w gh)VT_0 \rho_0}\end{aligned}\quad (1)$$

По уравнение (1) ще пресметнем относителната плътност

на парите на хлороформът, като знаем, че $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $T_0 = 0^\circ \text{C}$, $\rho_0 = 1.293 \text{ kg m}^{-3}$

A. Измерване на ефекта на околната среда

В част А съдът с течният азот достига до термално равновесие, и се измерва колко газ се отделя за единица време. Този газ е заради неидеалната термална изолация на дюаровия съд. За масата изпарен газ за единица време можем да запишем следното равенство:

$$P_0 t = \lambda m_0 = \lambda \frac{P_{atm} \mu V_0}{RT} \quad (1)$$

Тук P_0 е енергията, която влиза в системата за единица време от околната среда, а V_0 е обемът на парите, които се изпаряват за $t = 30 \text{ s}$.

B. Измерване на количество изпарен азот с включен реотан

Във втората част пускаме ток през реотана, и мерейки него и напрежението можем да сметнем отделената мощност в реотана, $P = IU$. Тъй като фазовият преход става при постоянна температура имаме същият ефект на топлина, влизаща от околната среда, както и в част А. Нека за $t = 30 \text{ s}$ се отделя обем V . Тогава

$$\begin{aligned}(P + P_0)t &= \lambda m = \lambda \frac{P_{atm} \mu V}{RT} \\ Pt &= \lambda(m - m_0) = \lambda \frac{P_{atm} \mu (V - V_0)}{RT} \\ \lambda &= \frac{PtRT}{P_{atm} \mu (V - V_0)}\end{aligned}\quad (2)$$

Използвайки уравнение (2) можем да пресметнем специфичната топлина на фазовия преход по измерени обеми V и V_0 , както и останалите константни параметри на системата.

IV. Експериментални данни и резултати

Използвайки уравнение (2) и закона за разпределението на грешките получаваме, че $\lambda = 207 \text{ kJ kg}^{-1} \pm 20\%$. Този резултат е в съгласие с табличната стойност от $\lambda_0 = 198.78 \text{ kJ kg}^{-1}$.