

# Измерване на коефициентът на Поасон на въздух по метода на Клемент и Дезорм

Васил Николов  
(Dated: 03.06.2022)

## I. Експериментална установка

Установката се състои от голям стъклен балон, към който е прикачен спиртен манометър и помпа за въздух. Между балонът и помпата, както и между балонът и околната среда, има клапи, които могат да са отворени или затворени. По идея клапата между балонът и помпата е затворена винаги, освен когато помпаме въздух.

## II. Теоретична обосновка

Идеята на експеримента е чрез последователно свиване и разширяване на газа адиабатно да можем да измерим височини в манометъра, чрез които да сметнем коефициентът на Поасон  $\gamma$  за атмосферен въздух. Тъй като въздухът е основно азот и кислород, които са двуатомни молекули, очакваме числената стойност на  $\gamma$  да е около 1.4. Експериментът се състои от четири части.

### A. Адиабатно свиване

В първата част бързо помпаме въздух в балона, и затваряме клапата между него и помпата. Тъй като процесът е бърз, то свиването е адиабатно. Нека в края налягането и температурата на газа в балона са съответно  $p_1$  и  $T_1$ . Тогава можем да запишем

$$p_1^{1-\gamma} T_1^\gamma = p_0^{1-\gamma} T_0^\gamma$$

Тук  $p_0$  и  $T_0$  са моментното атмосферно налягане и стайната температура.

### Б. Квази-изохорно охлаждане

При свиването на газа той се загрява, и ако оставим системата за няколко минути нейната температура ще се изравни с тази на околната среда. Обемът на системата се променя с това колко се променя височината на спиртният стълб в манометъра. Тъй като обаче този обем е на порядъци по-малък от обема на балона можем да приемем, че процесът е изохорен. Тогава можем да запишем

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_0}$$

Когато се установи равновесие мерим налягането  $p_2$  чрез манометъра. Нека то отговаря на височина  $H_1$ .

## В. Адиабатно разширение

Тук отваряме клапата, свързваща балонът с околната среда, за кратко време, под една секунда, и после затваряме клапата. Така газът в балона достига до налягане  $p_0$  и температура  $T_3$ . Можем да запишем

$$p_2^{1-\gamma} T_0^\gamma = p_0^{1-\gamma} T_3^\gamma \quad (1)$$

## Г. Квази-изохорно затопляне

Аналогично на част 2 процесът може да се приеме за изохорен. Нека изчакаме газът в балона да уравни температурата си с тази на околната среда, и нека измерим налягането му  $p_4$ . Вярно е, че

$$\frac{p_0}{T_3} = \frac{p_4}{T_0} \quad (2)$$

Нека на  $p_4$  отговаря височина  $H_2$ .

Обединявайки уравнения (1) и (2), и представяйки  $p_2$  и  $p_4$  чрез  $H_1$  и  $H_2$  получаваме

$$\left(\frac{p_2}{p_0}\right)^{1-\gamma} = \left(\frac{T_3}{T_0}\right)^\gamma = \left(\frac{p_0}{p_4}\right)^\gamma \quad (3)$$

$$p_2 = p_0 + \rho g H_1$$

$$p_4 = p_0 + \rho g H_2$$

$p_2$  и  $p_4$  се различават много малко от  $p_0$ . Затова можем да използваме приближението на Бернули в уравнение (3) и да го сведем до

$$\begin{aligned} 1 + (1 - \gamma) \frac{\rho g H_1}{p_0} &= 1 - \gamma \frac{\rho g H_2}{p_0} \\ (1 - \gamma) H_1 &= -\gamma H_2 \\ \gamma &= \frac{H_1}{H_1 - H_2} \end{aligned} \quad (4)$$

По уравнение (4) ще пресметнем коефициентът на Поасон за въздух.

## III. Експериментални данни и резултати

Чрез повтаряне на гореописаният експеримент пет пъти получаваме стойност  $\gamma = 1.34 \pm 0.2$ , с гаранция 95%. Това съвпада с очакванията ни  $\gamma \approx 1.4$ .