



Kako odrediti opću plinsku konstantu?

Jakov Labor¹

Opća plinska konstanta (R) nalazi se u jednadžbi stanja idealnog plina:

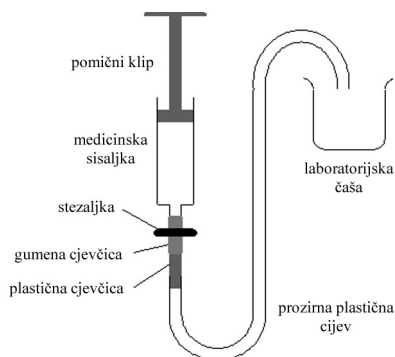
$$pV = \frac{m}{M}RT,$$

gdje je p tlak, V obujam, m masa, M molarna masa i T temperatura plina. Opću plinsku konstantu možemo odrediti tako da izmjerimo tlak, obujam, temperaturu i masu određene količine ugljičnog dioksida (CO_2).

Za izvođenje pokusa potreban je sljedeći pribor (slika 1): tikvica obujma 250–300 ml (1), čep s provrtom (2), laboratorijska čaša (3), stezaljka s vijkom (4), medicinska sisaljka od 60 ml (5), plastična cjevčica (6), metalna cjevčica (7), pola šumeće tablete (8), gumena cjevčica (9), digitalna vaga koja može mjeriti miligrame (10), termometar (11) i prozirna plastična cijev duljine oko 2.5 m (12).



Slika 1.



Slika 2.

Ugljični dioksid oslobađa se otapanjem šumeće tablete u vodi. Za “hvatanje” oslobođenog plina pribor je složen kako prikazuje slika 2.

Pokus može teći ovako. Pripreмимо vagu i tikvicu začeplivši je čepom u koji je usađena metalna cjevčica. Iz medicinske sisaljke izvadimo klip i odvijemo vijak na stezaljci, a zatim u sisaljku ulijevamo vodu dok razina ne dosegne gornji otvor sisaljke. Tada u sisaljku ubacimo pola šumeće tablete i sisaljku brzo zatvorimo klipom, pazeći da ispod klipa ne bude zraka. Oslobođeni ugljični dioksid potiskivat će vodu, zbog čega će ona izlaziti kroz slobodni kraj plastične cijevi u laboratorijsku čašu. Kada se tableta u potpunosti otopi, namjestimo klip na najveći označeni obujam (60 ml), a plastičnu cijev pomičemo i ispuštamo vodu iz nje u čašu, kako bismo razine vode u lijevom i desnom dijelu cijevi izjednačili. Tada je tlak oslobođenog plina u sisaljci jednak atmosferskom tlaku.

¹ Autor je profesor savjetnik u Gimnaziji Antuna Vrančića u Šibeniku.



Slika 3.



Slika 4.

Kada tlak plina u sisaljci izjednačimo s atmosferskim, zavijemo vijak stezaljke i skinemo gumenu cjevčicu s plastične cjevčice usađene u prozirnu plastičnu cijev. Gumenu cjevčicu natakemo na metalnu cjevčicu usađenu u otvor čepa kojim je zatvorena tikvica (slika 3), odvijemo vijak stezaljke i klipom istisnemo plin iz sisaljke u tikvicu. Sada je unutar tikvice masa zraka uvećana za masu CO_2 poznatog volumena (određenog sisaljkom, 60 ml) pri atmosferskom tlaku. Zavijemo vijak stezaljke i izvučemo sisaljku iz gumene cjevčice, a zatim tikvicu stavimo na digitalnu vagu (slika 4) i zapišemo izmjerenu masu (m_1). Skinemo tikvicu s vage, po potrebi tari-

ramo vagu i ponovno na nju stavimo tikvicu. Ponovimo taj postupak još četiri puta i nađemo srednju vrijednost mase (\bar{m}_1). Nakon zadnjeg vaganja skinemo tikvicu s vage i odčepimo je. Kad se dobro provjetri, vratimo čep. Time smo uklonili točno masu CO_2 . Stavimo na vagu te zapišemo izvaganu masu (m_2). I ovu masu mjerimo 5 puta i izračunamo njezinu srednju vrijednost (\bar{m}_2). Razlika masa \bar{m}_1 i \bar{m}_2 jednaka je masi (\bar{m}) ugljičnog dioksida:

$$\bar{m} = \bar{m}_1 - \bar{m}_2.$$

Obujam plina istisnutog iz sisaljke u tikvicu očitamo na sisaljci, a za temperaturu uzmemo da je jednaka temperaturi okolnog zraka koju izmjerimo termometrom. Tlak ugljičnog dioksida jednak je atmosferskom tlaku koji možemo odrediti pomoću barometra ili da nazovemo lokalnu meteorološku stanicu. Molarnu masu ugljičnog dioksida možemo odrediti iz relativnih atomskih masa ugljika (12) i kisika (16). Izmjerene i izračunate veličine nalaze se u tablici.

$\frac{V}{10^{-6} \text{ m}^3}$	60				
$\frac{m_1}{10^{-3} \text{ kg}}$	147.068	147.078	147.081	147.071	147.069
$\frac{\bar{m}_1}{10^{-3} \text{ kg}}$	147.073				
$\frac{m_2}{10^{-3} \text{ kg}}$	146.959	146.962	146.965	146.958	146.956
$\frac{\bar{m}_2}{10^{-3} \text{ kg}}$	146.960				
$\frac{\bar{m}}{10^{-3} \text{ kg}}$	0.113				
$\frac{M}{10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}$	44				
$\frac{p}{\text{Pa}}$	102 730				
$\frac{T}{\text{K}}$	293.5				
$\frac{R}{\text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$	8.2				
$\frac{r}{\%}$	1.4				