

# KÉTKOMPONENSŰ IDEÁLIS GÁZELEGY ELOSZLÁSA CENTRIFUGÁLIS ERŐTÉR BEN

FREUD GÉZA

## ÖSSZEFOGLALÁS

Kétkomponensű gázelegy centrifugálása esetén a centrifuga belső szélén a könnyebb komponens súlyaránya 1-ig fokozható, ellenben a nehezebb komponens súlyaránya nem haladhatja meg az

$$\frac{m'' M''}{m' M' + m'' M''}$$

értéket, ahol  $m'$ , ill.  $m''$  a két komponens tömege,  $M'$  ill.  $M'' > M'$  pedig a két komponens molekulásúlya.

Jelen tanulmány *Borza László* munkásújíto találmányával kapcsolatban, az Országos Tervhivatal megbízása alapján készült.

Az  $r_1$  és  $r_2$  sugarú koncentrikus hengerfelületekkel, továbbá a hengerek közös tengelyére merőleges síkokkal határolt térrészbe két ideális gáz keverékből álló gázelegyet helyeztünk és azt a hengerek közös tengelye körül  $\omega$  szögsebességgel forgásba hoztuk. Meg akarjuk határozni azt a sűrűségeloszlást, melynél a gázelegy a forgó rendszerben egyensúlyban van és hőmérséklete állandó.

A Dalton-törvény szerint, amely potenciáltérben is érvényes,\* a két gáz a rendelkezésre álló teret egymástól függetlenül tölti ki, elegendő tehát egykomponensű rendszert vizsgálnunk.

A tömegegységre ható centrifugális erő a gázzal együttforgó koordináta-rendszerben  $\omega^2 r$ , ahol  $r$  a tengelytől mért távolság, tehát az erőter potenciálja

$$V = -\frac{1}{2} \omega^2 r^2.$$

Az aerostatikai egyensúly feltétele :

$$(1) \quad \int_{p_1}^p \frac{dp}{\rho} - \frac{1}{2} \omega^2 (r^2 - r_1^2) = 0,$$

\* A Dalton törvény ezen általánosítására Freud Gézané Wágner Anna IV. éves fizikus hallgató hívta fel a figyelmemet, aki önállóan elméleti levezetést is készített erre. Értékes szakmai segítségéért ezúton is köszönetet mondok.

ahol  $p = p(r)$  a gáz nyomása,  $\varrho = \varrho(p)$  a gáz sűrűsége [1]. Ideális gáz esetén

$$(2) \quad \frac{p}{\varrho} = \frac{1}{M} RT,$$

ahol  $M$  a gáz molekulásúlya,  $R$  az egyetemes gázállandó és  $T$  a gáz hőmérséklete.

(2) alapján

$$\int_{\varrho_1}^{\varrho} \frac{d\varrho}{\varrho} = \frac{RT}{M} \log \frac{\varrho}{\varrho_1}$$

és így (1)-ből

$$(3) \quad \varrho = \varrho_1 e^{\frac{M\omega^2}{2RT} (r^2 - r_1^2)}$$

Ha a gáz összes tömege  $m$ , úgy  $l$ -vel jelölve a két határoló sík távolságát,

$$(4) \quad m = 2\pi l \int_{r_1}^{r_2} \varrho r dr = 2\pi l \varrho_1 \int_{r_1}^{r_2} e^{\frac{M\omega^2}{2RT} (r^2 - r_1^2)} r dr = \\ = \frac{2\pi l RT}{M\omega^2} \varrho_1 \left\{ e^{\frac{M\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)} - 1 \right\}$$

(3) és (4)-ből

$$(5) \quad \varrho = \frac{m M \omega^2}{2\pi l RT} \frac{e^{\frac{M\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)} - 1}{e^{\frac{M\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)} - 1}$$

Ha (5)-ben  $m$  és  $M$  helyébe az egyes gázkomponensekre érvényes  $m'$  és  $M'$ , ill.  $m''$  és  $M''$  értékeket helyettesítjük, megkapjuk a gázelegy két komponensének  $\varrho'$ , ill.  $\varrho''$  sűrűségeloszlását.

Tanulságos megvizsgálni a két komponens sűrűségének arányát a külső és belső hengerfal mentén:  $r = r_1$  esetén

$$(6) \quad \frac{\varrho'_1}{\varrho''_1} = \frac{m' M'}{m'' M''} \frac{e^{\frac{M''\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)} - 1}{e^{\frac{M'\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)} - 1}$$

és  $r = r_2$  esetén

$$(7) \quad \frac{\varrho'_2}{\varrho''_2} = \frac{m' M'}{m'' M''} \frac{1 - e^{-\frac{M'\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)}}{1 - e^{-\frac{M''\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2)}}$$

Legyen pl.  $M'' > M'$  és nézzük meg, mi történik, ha az  $\omega$  szögsebességet minden határon túl növeljük. Akkor a térfogat belső határán mindkét komponens sűrűsége zérushoz tart, de a kisebb molekulásúlyú komponens relatív sűrűsége 1-hez konvergál. A térfogat külső határán ugyanakkor mindkét komponens sűrűsége végtelenhez tart, de oly módon, hogy a nagyobb molekulásúlyú komponens relatív sűrűségé

$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{\rho_2''}{\rho_2' + \rho_2''} = \frac{m''M''}{m'M' + m''M''}$$

és a nehezebb komponens relatív sűrűsége mindig ezen határérték alatt marad. Mindez (5), (6) és (7)-ből azonnal belátható.

#### IRODALOM

1. I. pl. *Sommerfeld*: *Mechanik der deformierbaren Medien*. 49. o. (7) és (6b) képletek.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВОЙ СМЕСИ ДВУМЯ СОСТАВЛЯЮЩИМИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

Г. ФРАЙД

Резюме

В случае центрифугирования газовой смеси и двумя составляющими, весовое отношение более легкого компонента на внутреннем крае может повыситься до 1, а весовое отношение более тяжелого компонента не превышает величину

$$\frac{m''M''}{m'M' + m''M''}$$

где  $m'$  и  $m''$  — массы компонентов,  $M'$  и  $M'' > M'$  молекулярные веса компонентов.

#### LA DISTRIBUTION DES MÉLANGES GAZEUX À DEUX COMPOSANTES EN CHAMPS DE FORCE CENTRIFUGALES

G. FREUD

Résumé

En cas de la centrifugation des mélanges gazeux à deux composantes, on peut augmenter au bord intérieur du centrifugeur la proportion de poids de la composante plus légère jusqu'à 1, mais la proportion de poids de la composante plus lourde ne peut pas dépasser la valeur

$$\frac{m''M''}{m'M' + m''M''}$$

où  $m'$  et  $m''$  sont les masses des deux composantes  $M'$  et  $M'' > M'$  sont les poids moléculaires des composantes.