



Velocitat de difusió del clorur d'hidrogen comparada amb la de l'amoníac

Lluís Nadal i Balandras

(Centre de Documentació i Experimentació de Ciències)

Fonament:

L'energia cinètica mitjana de les molècules d'un gas, només depèn de la temperatura. Les molècules de dos gasos que estiguin a la mateixa temperatura tindran la mateixa energia cinètica i es mouran amb velocitats que depenen de la seva massa molecular (Llei de Graham):

$$e_{c1} = e_{c2} \quad \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

o sigui que el quocient entre les velocitats és inversament proporcional a l'arrel quadrada del quocient entre les masses moleculars.

Procediment:

Qualitativament l'experiment és molt fàcil de fer però per a que surti quantitativament s'han de prendre precaucions i no sempre surt bé. En el muntatge de la figura es poden utilitzar erlenmeyers de 100 ml contenint respectivament uns 20 ml d'àcid clorhídric concentrat i 20 ml d'amoníac concentrat. Els capil·lars no són imprescindibles però asseguren que l'interior dels dos matrassos es troba a la pressió atmosfèrica (si els taps són massa petits per a fer-hi dos forats, es poden substituir els capil·lars per dues agulles d'injeccions). El tub de vidre ha de tenir una llargada entre 0,5 i 1 m i uns 5 mm de diàmetre extern. Ha d'estar perfectament net i sec, (per això generalment s'obtenen millors resultats amb un tub nou doncs un tub rentat pot tardar uns quants dies en eixugar-se a no ser que se li passi una flama). Inicialment es munten els matrassos amb els taps i les pinces de Hoffmann tancades (les pinces de Hoffmann tanquen millor que les de Mohr), després es connecta el tub de vidre, es deixa reposar una estona i entre dues persones, s'obren les dues pinces de Hoffmann simultàniament. L'amoníac i el clorur d'hidrogen difonen pel tub a diferents velocitats de manera que es forma un anell de clorur d'amoni sòlid més a prop del clorur d'hidrogen doncs l'amoníac es mou més de pressa (la formació de l'anell pot tardar 30 minuts o més i s'ha de vigilar de tant en tant per tal d'observar-lo quan es comença a formar, després es forma una banda que no creix simètricament a banda i banda de l'anell inicial si no que creix molt més



inicial si no que creix molt més de pressa del costat del clorur d'hidrogen i no es pot saber exactament on s'havia format l'anell inicial. En aquest cas es pot agafar com anell inicial l'extrem del clorur d'amoni format al costat de l'amoniac. (S'observa un fenomen curiós: el clorur d'amoni no es forma de manera continua sinó en anells separats per espais sense dipòsit. Això s'anomena cristallització periòdica o bandes de Liesegang. En general es formen bandes en reaccions de precipitació on la velocitat de reacció és controlada per la difusió, per exemple quan un dels reactius està en un gel. En el cas present les bandes només s'observen si s'utilitzen tubs amb un diàmetre intern petit de pocs mil·límetres).

Es mesuren les distàncies recorregudes per cada gas des del centre del tub de goma fins l'anell inicial. La relació entre les distàncies recorregudes serà:

$$\frac{x_{\text{NH}_3}}{x_{\text{HCl}}} = \frac{v_{\text{NH}_3}}{v_{\text{HCl}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{HCl}}}{M_{\text{NH}_3}}} = \sqrt{\frac{36.45}{17}} = 1.46$$

En general per a que surti la relació d'1.6, s'han d'evitar corrents d'aire i tot el que pugui fer que els matrassos o diferents parts del tub estigui a diferent temperatura però també pot ser interessant posar un dels matrassos amb un bany d'aigua calenta o un bany amb gel i veure com afecta a la velocitat del gas respectiu.

