

Osmotický tlak a reverzná osmóza - riešenie

Benko Ján · Prírodné vedy

24.02.2010



Dedo Vševedo si na prechádzkach prírodou všimol zaujímavý jav, ktorý nazval osmóza. V Popolvárovom laboratóriu sa rozhodli skúmať tento jav na bunečnej úrovni a teóriu osmózy potvrdili. Praktické využitie nenechalo na seba dlho čakať a využitie osmózy sa našlo pri ťazbe mramoru. Ako sa dá vypočítať osmotický tlak, aký je osmotický tlak morskej vody a aký je osmotický tlak v bunke vám ukáže Dedo Vševedo dnes.

Osmotickým tlakom sa zoberal J. H. Van't Hoff (1886) a zistil, že osmotický tlak Π , ideálnych roztokov sa riadi tými istými zákonitosťami ako ideálny plyn, rovnica (1)

$$\Pi V = nRT \quad (1)$$

ak koncentráciu vyjadríme ako $c=n/V$, vzťah (1) prejde na tvar (2)

$$\Pi = cRT \quad (2)$$

Túto rovnicu možno odvodiť z podmienky termodynamickej rovnováhy. Ak je systém v termodynamickej rovnováhe, potom musia byť chemické potenciály μ na oboch stranách membrány rovnaké rovnica (3)

$$\mu_{(T,P)}^o = \mu_{(T,P+\Pi,x_1)}^o \quad (3)$$

kde $\mu_{(T,P)}^o$ je chemický potenciál čistého rozpúšťadla, $\mu_{(T,P+\Pi,x_1)}^o$ je chemický potenciál roztoku a x_1 je koncentrácia rozpúšťadla, vyjadrená v molových zlomkoch. Rovnicu (3) možno prepísať do tvaru (4)

$$\mu_{(T,P)}^o = \mu_{(T,P+\Pi)}^o + RT \ln x_1 \quad (4)$$

Z jednej z Maxwellových rovníc môžeme vyjadriť chemický potenciál ako funkciu tlaku pri konštantnom zložení a konštantnej teplote, rovnica (5)

$$\left(\frac{\partial G_1}{\partial P}\right)_{T,n} = V_1 \quad (5)$$

ak $G_1=\mu$, potom platí vzťah (6)

$$\mu^o = V_1^o dP \quad (6)$$

kde V_1° je molárny objem čistého rozpúšťadla. Integráciu v intervale P a $P+\Pi$ dostaneme vzťah (7)

$$\mu_{T,P+\Pi}^\circ = \int_P^{P+\Pi} V_1^\circ dP \quad (7)$$

Substitúciou rovnice (7) do rovnice (4) dostaneme rovnicu (8)

$$\int_P^{P+\Pi} V_1^\circ dP = -RT \ln x_1 \quad (8)$$

Za predpokladu, že rozpúšťadlo je prakticky nestlačiteľné a nezávisí od tlaku rovnica (8) prejde na tvar (9)

$$V_1^\circ \Pi = -RT \ln x_1 \quad (9)$$

koncentráciu rozpúšťadla môžeme vyjadriť pomocou koncentrácie rozpustenej látky $x_1=1-x_2$ a dosadením do vzťahu (9) dostaneme vzťah (10)

$$V_1^\circ \Pi = -RT \ln (1 - x_2) \quad (10)$$

V prípade, že $x_2 <$