

Osmotický tlak a reverzná osmóza

Benko Ján · Prírodné vedy

17.02.2010

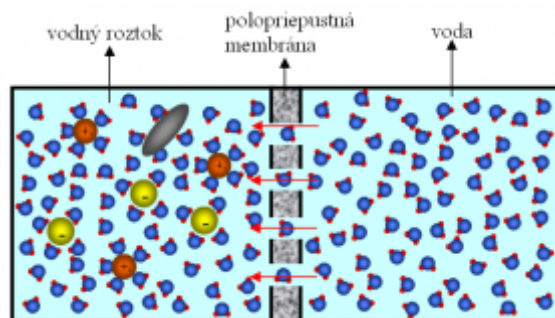






Dedo Vševedo mal v Popolvárovom kráľovstve osobitné miesto. Žil v ústraní, mimo priemyslového parku a zaoberal sa hlavne pozorovaním prírody a teoretickými štúdiami, najmä v oblasti chémie a fyziky. Na svojich prechádzkach po prírode ale aj po kráľovstve si všimol, že po daždi praskajú slivky a čerešne. Tiež si všimol, že robotný ľud pred odchodom na pole, namočí hrable, motyky, sekery na pol hodiny do vody, potom železné náradie lepšie drží na porisku alebo rúčke. Tento jav ho veľmi zaujal a začal sa ním podrobnejšie zaoberať.

V Popolvárovom kráľovstve žil aj Dr. Bystrozraký (skonštruoval prvý mikroskop a ďalekohľad), ktorý svoj výskum zamerl hlavne na živé organizmy. Zistil, že každý živý organizmus rastliny aj zvieratá sa skladajú z buniek. Bunka je veľmi zložitý útvar, od okolia je oddelená bunečnou stenou, ktorá má zaujímavé vlastnosti. Bunečná stena je schopná prepúšťať niektoré látky, medzi ne patrí aj molekula vody. Vo vnútri bunky je roztok rôznych látok.

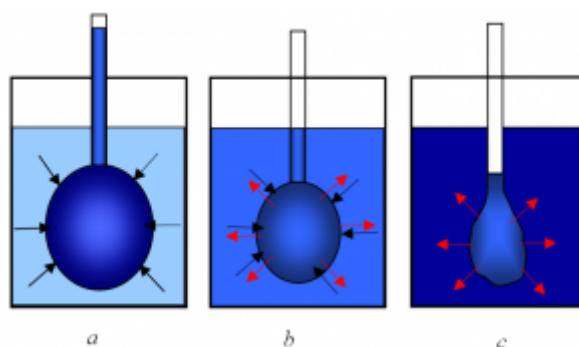
Dedo Vševedo ovládal zákony termodynamiky (väčšinu z nich sám objavil) a vedel, že sústava má snahu dostať sa do termodynamickej rovnováhy. Na jednom odbornom seminári Kráľovskej akadémie predniesol nasledujúcu úvahu, ak sústavu tvoria bunky ponorené do vody, potom sústava bude v termodynamickej rovnováhe keď koncentrácia látok vo vnútri bunky bude rovnaká ako v jej okolí. Vzhľadom na to, že bunečná membrána nie je schopná prepúšťať veľké ióny alebo molekuly zo svojo vnútra, bude voda z okolia prenikať do vnútra bunky (snaha po zriedení roztoku), v bunke začne rásť tlak a bunka začne zväčšovať svoj objem, ak je vnútrobunkový tlak dosť, vysoký bunka praskne a to je príčinou praskania ovocia po daždi.

Tento jav nazval Dedo Vševedo osmóza a tlak, ktorý pri nej vzniká je osmotický tlak. Správne postrehol, že ide o koligatívnu vlastnosť roztoku, t.j. že závisí od počtu častíc v roztoku. Princíp osmóza na molekulovej úrovni ilustroval dedo Vševedo obrázkom 1. Teóriu Deda Vševeda okamžite začali experimentálne overovať. V Popolvárovom laboratóriu sa tohoto problému ujal Dr. Široký. No nezačal skúmať jav na bunečnej úrovni, (nemal k dispozícii mikroskop), preto si vyrobil polopriepustnú membránu z celofánu. Bunku simuloval balónikom naplneným roztokom soli a ponoril do čistej vody a tiež do vodných roztokov solí s rôznou koncentráciou.



Obr. 1 Princíp osmózy,  - molekula vody,  - hydratovaný anión,  - hydratovaný kation,  - neutrálna molekula

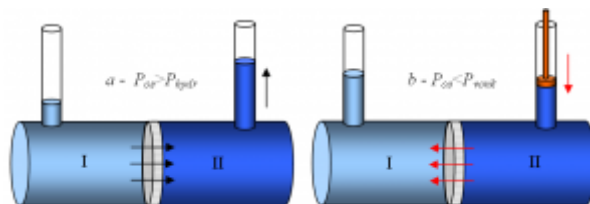
Potvrdil teóriu Deda Vševeda, molekuly vody sa pohybujú cez membránu z priestoru s nižšou koncentráciou do priestoru s vyššou koncentráciou soli, obr. 2. Neskôr, keď dostal kvalitný mikroskop, presvedčil sa o tom aj na bunkovej úrovni. Pripravil si sériu roztokov chloridu sodného vo vode a skúmal, čo sa deje s bunkami v týchto roztokoch. Zistil, že pri koncentrácii $\text{NaCl } 9 \text{ g dm}^{-3}$ sa objem buniek nemení. Takýto roztok nazval izotonickým roztokom. Roztok, ktorý má vyšší osmotický tlak ako je v bunke je hypertonický roztok a roztok, ktorý má nižší osmotický tlak je hypotonický roztok.



Obr. 2. Smer pohybu molekúl vody pri rôznych koncentráciách roztokov soli vo vnútri balónika - bunky, a koncentrácia soli vo vnútri balónika je väčšia ako v okolí, b koncentrácie soli vo vnútri balónika aj v okolí sú rovnaké, c koncentrácia soli vo vnútri balónika je menšia ako v okolí.

V Popolvárovom kráľovstve pracovali aj schopní inžinieri, ktorí sledovali výsledky základného výskumu a snažili sa ich okamžite využiť v praxi. Tak to bolo aj v tomto prípade. Ing. Valibuk zostrojil zariadenie na obr. 3. Polopriepustná membrána bola zhotovená z pevného materiálu. Ak boli oba valce otvorené obr. 3a, voda prechádzala cez membránu z priestoru I do priestoru II a vo valci vystúpila voda do takej výšky, že sa hydrostatický tlak vyrovnal s tlakom osmotickým.

Potom Valibuk v priestore II zvýšil tlak, tak že vonkajší tlak bol väčší ako osmotický tlak a voda prúdila opačným smerom, z priestoru II do priestoru I obr. 3b. Tento jav sa nazýva reverzná osmóza. Vzhľadom na to, že Popolvárovo kráľovstvo nemalo more, nevedomili si význam tohto efektu. Valibukov vynález využili neskôr v susednom kráľovstve, ktoré malo rozvinutú moreplavbu, na odsolovanie morskej vody.



Obr. 3 Valibukovo zariadenie na ktorom študoval reverznú osmózu

V tom čase, keď sa robili experimenty s osmotickým tlakom, objavili vo Vápencovej hore ložisko veľmi kvalitného mramoru. Mramor začala ťažiť firma Ježi-Baba sro. Do mramorovej skaly navrúvali diery a pomocou pušného prachu odstreľovali jednotlivé bloky mramoru. Táto ťažba bola jednak nebezpečná a jednak sa mramorový blok pri odstrele často rozpadol na viac kusov. Valibuk aj v tomto prípade našiel elegantne riešenie. Navrhol, aby namiesto pušného prachu, do navrúvaných dier zatĺkli drevené koly a tieto polievali vodou. Voda, vďaka osmotickému tlaku, prenikala cez buncné membrány a objem drevených kolov sa začal zväčšovať, pričom vznikol dostatočný tlak aby roztrhol mramorový blok. V tom čase bol v popolvárovom kráľovstve aj jeden majster - kamenár z Carrary a tento spôsob ťažby preniesol aj do svojho kráľovstva.

Ako sa dá vypočítať osmotický tlak, aký je osmotický tlak morskej vody, aký je osmotický tlak v bunke.

Riešenie tohoto problému bude zverejnené o týždeň.