



## Čo je to **osmóza** a osmoregulácia

V tohtoročnom domácom experimente súťaže IJSO sa oboznámite s osmózou a jej významom pre živé organizmy. Dozviete sa tiež, prečo sú pre športovcov dôležité izotonické nápoje a taktiež ako fungujú systémy na čistenie pitnej vody v domácnostiach.

Pri vypracovávaní riešenia nám opíšte, ako ste riešili jednotlivé úlohy a čo ste zistili. Nezabudnite tiež zodpovedať na všetky otázky, ktoré sa v texte k úlohám vyskytli. Aby ste na nič nezabudli, všetky úlohy, otázky a miesta na doplnenie odpovedí majú zvýraznený podklad.

Svoje odpovede vpisujte rovno do tohto textu (máte v ňom pripravené aj potrebné tabuľky). Dokument doplnený o vaše odpovede nám odošlite do 5.4.2010 pomocou portálu <http://www.ijso.sk>.

### Čo budete potrebovať?

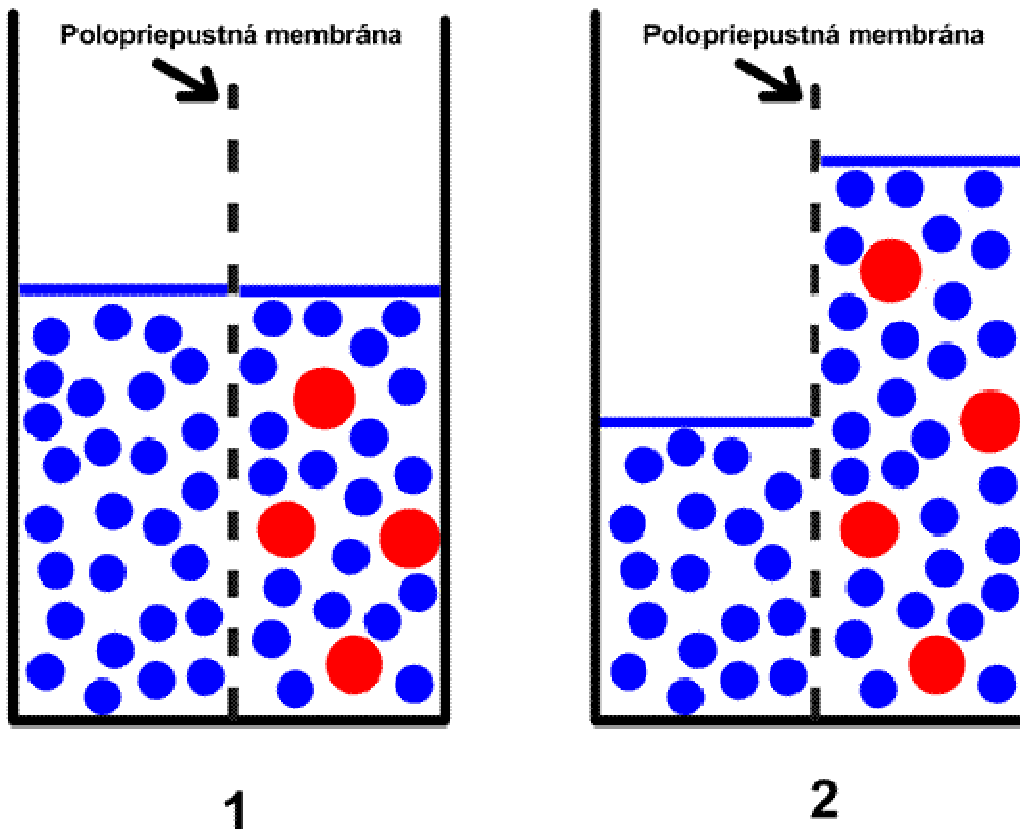
Všetky pomôcky na experiment by ste mali nájsť doma v kuchyni. V prvom rade budete potrebovať jeden alebo dva veľké čerstvé zemiaky. Zemiaky by nemali byť zoschnuté, inak dostanete skreslené výsledky. Ďalej budete potrebovať 7 nádobiek (napríklad pohárov) a kuchynskú soľ. Na meranie dĺžok budete potrebovať pravítko a na váženie kuchynskú váhu.



## 1. Čo je osmóza?

Osmóza je jav, ktorý vzniká medzi dvoma roztokmi, ktoré sú oddelené *polopriepustnou membránou*. Je to taká membrána, cez ktorú môžu voľne prechádzať menšie molekuly (napríklad vody), ale nemôžu cez ňu prejsť väčšie molekuly a ióny (napríklad ióny sodíka a chlóru).

Na obrázkoch nižšie je schematicky znázornená takáto situácia. Modrými guľôčkami sú znázornené molekuly vody a červenými guľôčkami ióny sodíka a chlóru. Na prvom obrázku je situácia na začiatku, po naliatí čistej vody a slanej vody do rovnakej výšky. Keďže v pravej časti nádoby je menej molekúl vody (lebo časť objemu roztoku zaberá soľ) než v ľavej, zľava doprava prechádza cez membránu viac molekúl vody než naopak. Po istej dobe vyzerá situácia ako na druhom obrázku – časť vody natiekla do roztoku soli a zriedila ho. Keďže v pravej časti nádoby je vyššia hladina vody, je v nej aj vyšší tlak vody. Tento vyšší tlak vody sa snaží pretlačiť vodu späť vľavo, čím sa situácia časom ustáli. Ak by sme v pravej časti nádoby zvýšili tlak vody (napríklad hydraulickým piestom), dokázali by sme vodu pretlačiť do ľavej časti nádoby, pričom v pravej časti by zostali ióny sodíka a chlóru (rozpustená soľ). Na tomto princípe (takzvaná reverzná osmóza) fungujú čističe pitnej vody pre domácnosti a niektoré zariadenia na odsolovanie morskej vody.



Obrázok: Princíp osmózy na polopriepustnej membráne

## 2. Prečo je osmóza dôležitá pre bunky?

Udržanie rovnováhy vnútorného prostredia (homeostázy) je základnou podmienkou prežitia buniek. Osmoregulácia patrí k homeostatickým mechanizmom, pomocou ktorého organizmy regulujú iónovú rovnováhu a príjem a výdaj vody. Pri narušení rovnováhy by v bunkách alebo narastal obsah vody (bunky by sa zväčšovali a mohli by až prasknúť) alebo naopak by bunky vodu strácali. U mnohobunkových organizmov väčšia časť buniek nie je v priamom kontakte s vonkajším prostredím, ale je obmývaná vnútornými telovými tekutinami, ktoré zabezpečujú ideálne prostredie pre správnu funkciu buniek a ich prežitie.

Z hľadiska osmoregulácie existujú tri rozličné druhy prostredí: sladkovodné, morské a suchozemské. Živočíchy sa prvotne vyvinuli v mori. Väčšina morských bezstavovcov prispôbuje vnútornú osmotickú koncentráciu vonkajšiemu prostrediu (tzv. osmokonformery). Na rozdiel od nich má väčšina morských stavovcov, ako aj suchozemské a sladkovodné organizmy, rozdielnú koncentráciu solí oproti vonkajšiemu prostrediu a patrí medzi tzv. osmoregulátory. U týchto organizmov sa v priebehu evolúcie vyvinuli mechanizmy, ktorými regulujú príjem, resp. výdaj vody a solí z tela v rôznych typoch prostredí.

Čo sa deje s červenou krvinkou v destilovanej vode? Prečo smädný človek nesmie vypiť slanú vodu alebo naopak väčšie množstvo nemineralizovanej vody?

### Odpoveď:

Nastane takzvaná hemolýza, čiže červená krvinka praskne (poruší sa cytoplazmatická membrána červenej krvinky).

Smädný človek nesmie vypiť slanú vodu, lebo ho ešte viac dehydratuje (na základe osmózy vysaje z buniek vodu, aby sa vyrovnal osmotický gradient medzi vnútrobunkovým prostredím a mimobunkovým prostredím).

Naopak, tiež nemôže vypiť veľké množstvo nemineralizovanej vody, lebo by došlo k hyperhydratácii buniek (tiež na základe osmózy, aby sa vyrovnal osmotický gradient medzi vnútrobunkovým prostredím a mimobunkovým prostredím). Táto situácia môže navodiť kŕče.

Prečo sa pri infekčných (bakteriálnych) zápaloch hrdla odporúča klokať a vyplachovať hrdlo koncentrovaným roztokom solí?

### Odpoveď:

Sol' má dezinfekčné účinky a pôsobí toxicky na baktérie, ktoré spôsobujú zápal hrdla – mikroorganizmy dehydratuje (na základe osmózy) a tým spôsobí rozvrat ich vnútorného prostredia – ničí ich.

Olympiáda mladých vedcov 2010  
Zadanie experimentálnej úlohy

---

Jednobunkovcom žijúcim v sladkovodnom prostredí sa vytvoril orgán, ktorý slúži na vylučovanie. Túto organelu nenájdeme u jednobunkovcov žijúcich v slanej morskej vode, ale v prípade, že ich preniesieme do sladkej vody, sa im vytvorí. Činnosť tejto organely súvisí s osmotickými pomermi v bunke a okolitom prostredí. Ktorá to je organela a ako si ňou jednobunkovce regulujú osmotické pomery?

**Odpoveď:**

Je to pulzujúca vakuola.

Keďže jednobunkovce žijúce v sladkovodnom prostredí prijímajú veľké množstvo vody, mohli by bez tejto organely prasknúť. Práve preto sa im vytvorila táto organela, ktorá im odoberá nadbytočnú vodu a potom ju znova „vypulzne“ do vody (väčšinou sa im vytvoria dve pulzujúce vakuoly a v regulovaní osmotických pomerov sa striedajú). Tým pádom je osmotický gradient medzi vnútorným prostredím jednobunkovca a vonkajším prostredím jednobunkovca vyrovnaný.

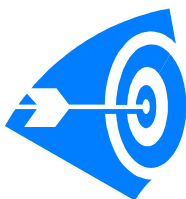
Ako si získavajú a udržiavajú vodu morské ryby, keď je morská voda slanšia, než ich vnútorné tekutiny?

**Odpoveď:**

Morské ryby vodu pijú. Tak sa im dostane do ich vnútorného prostredia. Keďže je morská voda slanšia ako ich vnútorné tekutiny, nadbytočná soľ sa odfiltruje a vypustí sa naspäť žiabrami do mora. Takže nakoniec sú osmotické pomery vyrovnané medzi vnútornými tekutinami morskej ryby a morom.

### 3. Určenie izotonického koncentrácie soli v hľuzách zemiaka

Po vložení zemiaku (ale aj mrkvy a iných druhov ovocia a zeleniny) do čistej vody dochádza v dôsledku osmózy k hromadeniu vody v jeho bunkách a k zväčšovaniu jeho objemu. Naopak, pri vložení do slanej vody strácajú bunky zemiaku vodu a zemiak sa zmenšuje. Pri izotonickom roztoku soli sú bunky zemiaku s roztokom v osmotickom rovnováhe a nedochádza k zmene jeho rozmerov.



*Aby došlo rýchlejšie k ustáleniu, je lepšie použiť kúsky zemiaku v tvare hranolčekov. Voda sa tak rýchlejšie dostane až k vnútorným bunkám zemiaka. Hodnota izotonického koncentrácie závisí od druhu zemiaka, ale napríklad aj od jeho uskladnenia.*

#### Príprava roztokov soli s vhodnými koncentraciami

Na hľadanie izotonického koncentrácie si pripravte roztoky s rôznymi hmotnostnými koncentraciami. Hmotnostná koncentrácia 1% znamená, že v 100 g roztoku je 1 g soli.

Prvým krokom je príprava roztoku s koncentraciou 4%. Keďže doma asi nemáte laboratórne váhy, použite kuchynské. Tie však nemajú takú citlivosť, aby ste na nich odvážili niekoľko gramov soli. Preto najprv zmerajte, koľko gramov soli sa vmestí do jednej kávovej lyžičky. To získate tak, že na váhu nasypete veľa (napríklad 100) lyžičiek soli:

Počet lyžičiek soli:	20
Hmotnosť soli na váhe v gramoch:	100
Hmotnosť jednej lyžičky soli v gramoch:	<b>5</b>

Teraz už viete, koľko lyžičiek soli potrebujete, aby ste do vody pridali potrebné množstvo soli. Pripravte si 1 liter roztoku s koncentraciou 4 %, teda do 960 g vody pridajte 40 g soli:

#### Základný roztok 4 %:

Hmotnosť vody v nádobe v gramoch:	960
Počet pridaných lyžičiek soli:	8
Hmotnosť soli v nádobe v gramoch:	40
Hmotnostná koncentrácia pripraveného roztoku (hmotnosť soli / hmotnosť roztoku . 100%):	<b>4%</b>

Pomocou tohto základného roztoku si teraz môžete pripraviť ostatné roztoky.

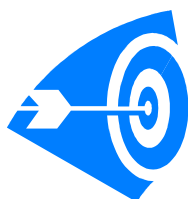
Roztoky s nižšou koncentraciou si pripravte zmiešaním základného 4% roztoku s čistou vodou. V nasledujúcej tabuľke máte uvedené, v akom hmotnostnom pomere máte zmiešať základný roztok a vodu. Vypočítajte, aké koncentrácie budú mať takto pripravené roztoky. Vzorový výpočet je pod tabuľkou.

## Olympiáda mladých vedcov 2010 Zadanie experimentálnej úlohy

Roztok č.	Počet dielov základného roztoku	Počet dielov čistej vody	Vypočítaná koncentrácia
1	0	1	0%
2	1	9	0,4%
3	1	4	0,8%
4	1	3	1%
5	1	2	1,33%
6	2	3	1,6%
7	1	1	2%
8	1	0	4%

Vzorový výpočet roztoku pripraveného z jedného dielu (100 g) základného 4% roztoku a dvoch dielov (2 x 100 g) vody:

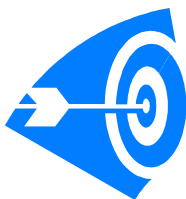
Hmotnosť základného roztoku (1 diel) v nádobe:	100 g
Hmotnosť soli v nádobe:	4 g
Hmotnosť pridanej vody (2 diely) do nádoby:	200 g
Hmotnosť slaného roztoku v nádobe:	300 g
Hmotnostná koncentrácia roztoku (hmotnosť soli / hmotnosť roztoku . 100%):	<b>1,33%</b>



*Roztoky miešajte vo väčšej, napríklad 1 litrovej nádobe. Po namiešaní jednej koncentrácie si nalejte pripravený roztok do vhodnej nádoby, napríklad pohára, kam neskôr vložíte zemiakový hranolček. Zvyšný roztok môžete vyliať a nádobu použiť na prípravu ďalšieho roztoku. Pôvodný (základný) roztok si však pre istotu odložte, môže sa vám ešte hodiť (ak napríklad nedopatrením vylejete niektorý z pripravených roztokov).*

### Príprava a meranie hranolčekov

Na meranie si zo zemiaku nakrájajte hranolčeky s dĺžkou asi 50 – 60 mm. Dajte si záležať, aby boli všetky rovnako dlhé. Hrúbku hranolčekov zvolte asi 10 mm x 10 mm. Po namočení hranolčekov do vody sa ich dĺžka zmení iba o niekoľko milimetrov. Preto si dĺžku pripravených hranolčekov dobre zmerajte a poznačte do tabuľky.



*Hranolčeky sa môžu časom trochu prehnúť. Najlepšie je preto zmerať dĺžky všetkých štyroch strán hranolčekov a do tabuľky zapísať ich aritmetický priemer.*

# Olympiáda mladých vedcov 2010

## Zadanie experimentálnej úlohy

Zmerané hranolčeky vložte do pripravených roztokov a nechajte ich v nich 24 hodín. Potom hranolčeky vyberte, zmerajte ich dĺžku a zapíšte ju do tabuľky.

Koncentrácia roztoku	Dĺžka hranolčeka pred vložením do roztoku v mm	Dĺžka hranolčeka po 24 hodinách v roztoku v mm	Zmena dĺžky hranolčeka v mm	Zmena dĺžky hranolčeka v %
0%	50	55	5	10
0,4%	50	52	2	4
0,8%	50	50	0	0
1%	50	49	1	2
1,33%	50	48,5	1,5	3
1,6%	50	47,5	2,5	5
2%	50	47	3	6
4%	50	45	5	10

Sem vložte fotografiu hranolčekov po ich 24 hodinovom pobyte v roztokoch. Hranolčeky poukladajte vedľa seba, aby bolo vidieť rozdiely v ich dĺžke.

### Fotografia hranolčekov:



### Určenie izotonického koncentrácie

Z predĺženia a skrátenia hranolčekov určite, ktorý z pripravených roztokov sa najviac blíži k izotonickému.

# Olympiáda mladých vedcov 2010

## Zadanie experimentálnej úlohy

**Odpoveď:** Izotonická koncentrácia slaného roztoku je približne **.....0,8..... %**

Z toho, čo ste sa dozvedeli o osmóze, viete, že dôležitý je počet molekúl vody na oboch stranách polopriepustnej membrány. Z hľadiska osmózy teda nie je dôležitá *hmotnostná koncentrácia* slaného roztoku, ale *koncentrácia molekúl* vody a soli. Niektoré molekuly sú ťažšie, iné ľahšie. Jeden gram rôznych látok teda obsahuje rôzny počet molekúl.

Molekuly sú však malé a ich počty napríklad v jednom grame látky sú obrovské. Aby sme nemuseli počítať s takýmito obrovskými číslami, na počítanie molekúl (alebo atómov, iónov a podobne) používame jednotku 1 mól. Jeden mól obsahuje  $6,023 \cdot 10^{23}$  molekúl (atómov, iónov, ...).

Z rovnakých dôvodov nepoužívame bežne hmotnosť molekúl látky (je veľmi malá), ale hmotnosť jedného mólu látky - takzvanú *molárnu hmotnosť*. Molárne hmotnosti prvkov nájdete v tabuľkách:

Prvok	Molárna hmotnosť v g/mol
vodík H	1
kyslík O	16
sodík Na	23
chlór Cl	35,5

Jeden mól molekúl vody ( $H_2O$ ) má teda hmotnosť  $2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18$  g, jeden mól molekúl soli ( $NaCl$ ) má hmotnosť  $1 \cdot 23 + 1 \cdot 35,5 = 58,5$  g.

Pomocou nasledujúcej tabuľky vypočítajte molárnu koncentráciu izotonického roztoku.

Zistená izotonická koncentrácia soli v hmotnostných percentách:	0,8%
Hmotnosť soli (v gramoch) v 1000 gramoch tohto roztoku:	8
Hmotnosť vody (v gramoch) v 1000 gramoch tohto roztoku:	992
Počet mólov soli v 1000 g roztoku:	0,14
Počet mólov vody v 1000 g roztoku:	55,11
Molárna koncentrácia roztoku: (počet mólov soli / celkový počet mólov $\cdot 100\%$ )	<b>0,25%</b>

Želáme Vám veľa zábavy pri riešení úloh. Svoje riešenie nezabudnite včas (do 5.4.2010) odoslať organizátorom súťaže IJSO pomocou portálu <http://www.ijso.sk>.

Kolektív autorov: Andrea Ševčovičová, Renáta Dörnhöferová,  
František Kundracik a Martin Plesch