

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity
Komenského, Bratislava



KVALIFIKÁCIA NA CELOŠTÁTNE KOLO OLYMPIÁDY MLADÝCH VEDCOV

Domáci experiment
do 23. 5. 2021

Celkový čas: neobmedzene

Prihlasovanie: <https://bit.ly/IJS02021form>
Odvzdávanie: vyplnený odpoveďový hárok zašlite na dusan.kavicky@ijso.sk

Domáci experiment

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. Pri výpočtoch nás zaujíma nás teda aj **postup**, nielen výsledky. Nezabudnite tiež zodpovedať na všetky otázky, ktoré sa v texte k úlohám vyskytli. Pri riešení úloh sa nebojte použiť internet. Svoje odpovede vpisujte rovno do odpoveďového hárku na konci tohto textu (máte v ňom pripravené aj potrebné tabuľky). Dokument nám pošlite vo formáte .doc, .pdf, .jpg alebo .png.

Dokument doplnený o vaše odpovede nám odošlite na dusan.kavicky@ijso.sk do **23. 5. 2021** 23:59. Nezabudnite sa aj **prihlásiť** cez <https://bit.ly/IJSO2021form> rovnako do 23.5. 2021.

Čo budete potrebovať?

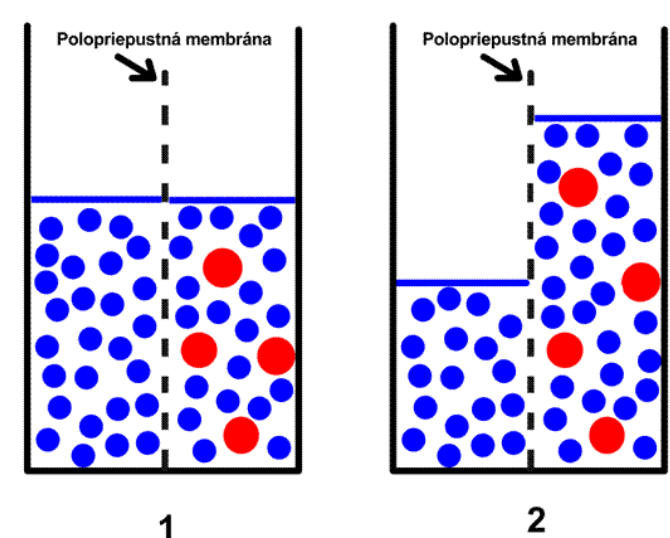
Všetky pomôcky na experiment by ste mali nájsť doma v kuchyni. V prvom rade budete potrebovať jeden alebo dva veľké čerstvé zemiaky. Zemiaky by nemali byť zoschnuté, inak dostanete skreslené výsledky. Ďalej budete potrebovať 7 nádobiek (napríklad pohárov) a kuchynskú soľ. Na meranie dĺžok budete potrebovať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

1 Čo je to osmóza?

Osmóza je jav, ktorý vzniká medzi dvoma roztokmi, ktoré sú oddelené *polopriepustnou membránou*. Je to 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 (rozpuštená soľ). Na tomto princípe (takzvaná reverzná osmóza) fungujú čističe pitnej vody pre domácnosti a niektoré zariadenia na odsolovanie morskej vody.



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, rozdielnu 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.

1. Čo sa deje s červenou krvinkou v destilovanej vode?
2. Prečo smädný človek nesmie vypíť slanú vodu alebo naopak väčšie množstvo nemineralizovanej vody?
3. Prečo sa pri infekčných (bakteriálnych) zápaloch hrdla odporúča klokať a vyplachovať hrdlo koncentrovaným roztokom soli?

Jednobunkovcom žijúcim v sladkovodnom prostredí sa vytvoril orgán, ktorý slúži na vylučovanie. Túto organelu nenájde u jednobunkovcov žijúcich v slanej morskej vode, ale v prípade, že ich prenesieme do sladkej vody, sa im vytvorí. Činnosť tejto organely súvisí s osmotickými pomermi v bunke a okolitom prostredí.

4. a) Ako sa volá spomínaná organela?
b) Ako si ňou jednobunkovce regulujú osmotické pomery?
5. Ako si získavajú a udržiavajú vodu morské ryby, keď je morská voda slanšia, než ich vnútorné tekutiny?

3 Experiment: Určenie izotonického koncentrácie soli v hľúzach 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

3.1 Príprava roztokov soli s vhodnými koncentráciami

Na hľadanie izotonického koncentrácie si pripravte roztoky s rôznymi hmotnostnými koncentráciami. 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, použijete kuchynské. Tie však nemajú takú citlivosť, aby ste na nich odvážili niekoľko gramov soli. Preto najprv zmerajte, koľko gramov soli sa zmestí do jednej kávovej lyžičky. To získate tak, že na váhu nasypete veľa (napríklad 100) lyžičiek soli.

A) Zapište údaje z tohto merania do tabuľky v odpovedovom hárku.

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

B) Do odpovedového hárku zapíšte, koľko lyžičiek soli bolo treba pridať do vody na vytvorenie základného 4%-ného roztoku.

Pomocou tohto základného roztoku si teraz môžete pripraviť ostatné roztoky. Roztoky s nižšou koncentraciou si pripravte zmiešaním základného 4%-ného roztoku s čistou vodou.

C) V tabuľke v odpovedovom hárku máte uvedené, v akom hmotnostnom pomere máte zmiešať základný roztok a vodu. Vypočítajte aké koncentrácie budú mať takto pripravené roztoky a zapíšte ich do tabuľky.

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)

3.2 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 zvoľte asi 10 mm × 10 mm. Po namočení hranolčekov do vody sa ich dĺžka zmení iba o niekoľko milimetrov. Preto si dĺžku pripravených hranolčekov dobre zmerajte. Zmerané hranolčeky vložte do pripravených roztokov a nechajte ich v nich 24 hodín. Potom hranolčeky vyberte, zmerajte ich dĺžku.

- D) Všetky zmerané dĺžky zapíšte do tabuľky a vypočítajte relatívne predĺženie hranolčeku.

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

- E) Hranolčky poukladajte vedľa seba a odfotografujte ich.

3.3 Určenie izotonickkej koncentrácie

- F) Z predĺženia a skrátenia hranolčekov určte, ktorý z pripravených roztokov sa najviac blíži k izotonickému.

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 mól. Jeden mól obsahuje 6.023×10^{23} molekúl (atómov, iónov, ...).

Z rovnakých dôvodov nepoužívame bežne hmotnosť molekúl látky (je veľmi malá), ale hmotnosť jedného mólu látky - takzvanú molárnu hmotnosť. Potrebné molárne hmotnosti prvkov nájdete v tabuľke

Prvok	Molárna hmotnosť [g mol ⁻¹]
Vodík H	1
Kyslík O	16
Sodík Na	23
Chlór Cl	35.5

Napríklad jeden mól molekuly hydroxidu sodného (NaOH) má teda hmotnosť 40 g.

- G) Pomocou hodnôt v tabuľke vypočítajte **molárnu** koncentráciu izotonického roztoku. V odpovedovo hárku uveďte aj podrobný výpočet.

Želáme Ti veľa zábavy pri riešení úloh.

Kolektív autorov: František Kundracik, Martin Plesch, Renáta Dörnhöferová a Dušan Kavický

Odpoveďový hárok Meno:

1. Ak sa červená krvinka nachádza v destilovanej vode, tak:

.....
.....

2. Smädný človek nesmie vypiť slanú vodu alebo naopak väčšie množstvo nemineralizovanej vody, pretože:

.....
.....
.....

3. Pri infekčných zápaloch hrdla sa odporúča klokať a vyplachovať hrdlo koncentrovaným roztokom soli, pretože:

.....
.....
.....

4. a) Orgán sladkovodných jednobunkovcov slúžiaci na vylučovanie je:

.....

b) Jednobunkovce ňou regulujú osmotické pomery tak, že:

.....
.....

5. Keď je morská voda slanšia, než vnútorné tekutiny morských rýb, morské ryby získavajú a udržiavajú vodu tak, že:

.....
.....
.....

Experiment

A)	Počet lyžičiek soli	
	Hmotnosť soli na váhe [g]	
	Hmotnosť jednej lyžičky soli [g]	

B) Základný 4%-ný roztok

Hmotnosť vody v nádobe [g]	960
Počet pridaných lyžičiek soli	
Hmotnosť soli v nádobe [g]	40
Hmotnostná koncentrácia pripraveného roztoku (hmotnosť soli / hmotnosť roztoku . 100 %)	4 %

C) Koncentrácie zriedených roztokov

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

Koncentrácia roztoku	Dĺžka hranolčeka pred vložením do roztoku [mm]	Dĺžka hranolčeka po 24 hodinách v roztoku [mm]	Zmena dĺžky hranolčeka [mm]	Relatívna zmena dĺžky hranolčeka [%]
0%				
4%				

D)

E) Sem vložte fotografiu označených hranolčeka po ich 24 hodinovom pobyte v roztokoch. Hranolčeka poukladajte vedľa seba, aby bolo vidieť rozdiely v ich dĺžke. Prípadne ju pošlite ako samostatný súbor k odpo-

ved'ovému hárku.

F) Izotonická koncentrácia slaného roztoku je približne

.....

G) Vypočet **molárnej** koncentrácie izotonického roztoku:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....