

## 10. Téma: Hustota

### 1. Kedy predmety klesajú dolu?

#### Postup

Naplň oba poháre vodou skoro po okraj. Na stôl polož ceruzku a na ňu pravítko presne do stredu. Na oba konce polož poháre s vodou a získaj rovnováhu (napríklad posúvaním pohárov k stredu, od seba alebo pridaním, odobratím vody).

Vlož dva prsty do vody v jednom pohári, ale tak, aby si sa nedotkol pohára.

#### Čo sa deje?

Pohár, do ktorého sme ponorili prsty sa pohol smerom dolu. Voda v pohári vystúpila.

#### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že pohár klesne? Prečo klesol? Pokús sa vysvetliť, aká sila na pohár pôsobila? Je pohár, do ktorého si ponoril prsty ťažší ako pohár, kde si prsty nevložil? Ak si myslíš, že je ten pohár ťažší, o akú hmotnosť? Ak si myslíš, že nie je ťažší, aká sila ťahá pohár dolu? Fungoval by experiment, keby si namiesto vody použil inú látku? Čo ak by si do pohárov namiesto vody dal piesok? Čo ak by si tam dal olej? Čo ak by boli poháre prázdne? Ako súvisí priebeh experimentu s vlastnosťami látky, ktorá je v pohároch? Aký je rozdiel medzi tým, že do vody niečo len ponoríme (pričom to stále držíme v ruke) a tým, keď do vody niečo vhodíme? Je dôležité akú veľkú časť prstov do vody v pohári ponoríš?

#### Pomôcky

Dva poháre (vhodné sú umelohmotné), voda, ceruzka, 30 cm pravítko (pravítko by malo byť dostatočne pevné, aby sa neohýbalo; namiesto pravítka je možné použiť drevenú latku, ktorá sa ohýba ťažšie ako umelohmotné pravítko)

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak spôsobíme zvýšenie hladiny v jednom pohári (akýmkoľvek spôsobom), pohár klesne dolu. Čím je väčšia hustota predmetu, tým je predmet ťažší. Ponorením prstu sme zvýšili hustotu vody a preto pohár klesol dolu.

#### Pomocné informácie

Prstami si vytlačil určité množstvo vody a preto sa hladina zdvihla. Hmotnosť pohára s vodou, do ktorého sme vložili prsty sa zväčšila presne o takú hmotnosť vody, ktorú sme prstami vytlačili (Archimedov zákon). Časť prstov, ktoré do pohára ponoríme prirátavame k hmotnosti pohára s vodou. Pri vkladaní prstov do vody pohár klesal pomaly, pretože aktuálne reagoval na zvyšujúcu sa hmotnosť spôsobenú veľkosťou ponorenej časti prstu.

## 10. Téma: Hustota

### 2. Aká vlastnosť predmetu ovplyvňuje to, koľko vody sa vyleje z nádoby, do ktorej ho ponoríme?

#### Postup

Misku polož do pekáča alebo plytkej misky. Naplň ju vodou až po okraj (je veľmi dôležité, aby si naplnil vodu skutočne až po okraj, teda toľko, koľko sa do misky vmestí, aj keď bude vytvárať voda na hladine vypuklinu). Do plnej misky vlož jablko alebo pomaranč, ktoré si si predtým odvážil. Voda sa samozrejme vyleje do pekáča (misky). Opatrne vyber misku z pekáča a vyliatu vodu zlej do odmerky. Odmeraj množstvo vody, ktoré sa z misky vylialo.

#### Čo sa deje?

Koľko mililitrov sa vylialo, toľko gramov váži jablko.

#### Usmernenie pozorovania

Všimol si si nejakú súvislosť medzi množstvom vyliatej vody a hmotnosťou predmetu, ktorý do vody ponáraš? Myslíš si, že by to rovnako fungovalo aj s inou kvapalinou? Dajú sa takto „vážiť“ akékoľvek predmety? Pokús sa vysvetliť zistenú súvislosť. Myslíš si, že je dôležité aký má predmet tvar? Pokús sa svoju odpoveď odôvodniť. Myslíš si, že je dôležitý materiál, z ktorého je predmet vyrobený? Ak by boli dva predmety rovnakého tvaru s rôznou hmotnosťou, vytlačili by rovnaké množstvo vody? Ak by boli dva predmety s rovnakou hmotnosťou a rôznym tvarom, vytlačili by rovnaké množstvo vody? Ak by boli dva predmety rovnako veľké (objemovo) a mali by iný tvar, vytlačili by rovnaké množstvo vody? Od čoho teda závisí, koľko vody bude vytlačenej – od hmotnosti, tvaru, objemu? Pokús sa odôvodniť svoju odpoveď.

#### Pomôcky

veľká miska, hlboký pekáč alebo široká a nízka miska, voda, odmerka, jablko alebo pomaranč, elektronické váhy (vážiace s presnosťou na desatiny gramu, resp. aspoň na gramy)

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím väčšia je hmotnosť predmetu, tým viac vody predmet z nádoby vytlačí. Ak predmety na vode neplávajú, ich hmotnosť sa nerovná objemu vytlačenej vody. Objem vytlačenej vody sa rovná objemu ponorenej časti telesa.

#### Pomocné informácie

Voda, ktorá sa vyliala z misky bola vytlačená ponoreným jablkom. Množstvo vody, ktoré objekty vytlačia sa rovná hmotnosti týchto objektov. Neplatí to absolútne, predmety, ktoré na vode neplávajú, ale sa ponoria, nemôžeme vážiť týmto spôsobom. V prípade, že predmet klesá ku dnu nádoby je množstvo vytlačenej vody úmerné objemu ponoreného telesa. Ak sa teleso vo vode vznáša, hustota tohto telesa sa rovná hustote vody a takéto teleso vytlačí taký objem vody, ktorý sa rovná objemu ponoreného telesa a zároveň jeho hmotnosti. Hustota vody je viac-menej rovná jednej, preto je možné plávajúce predmety týmto spôsobom aj vážiť.

Chyby v meraniach nastávajú predovšetkým tým, že do nádoby je veľmi ťažké naliať také množstvo vody, aby sa už do nej viacej nevmetilo a teleso ponoriť tak, aby svojím pohybom nevylialo väčšie množstvo ako to, ktoré by vytlačilo len pri jednoduchom ponorení. Samozrejme, že je potrebné brať do úvahy aj to, že hustota vody sa nerovná presne jednému gramu na  $\text{cm}^3$  a závisí od teploty vody.

## 10. Téma: Hustota

### 3. Ako zistiť, ktorá látka má menšiu hustotu (je ľahšia)?

#### Postup

Jeden z pohárov naplň až po okraj s vodou. Druhý naplň až po okraj s olejom. Pre prípad, že by sa ti pokus nedaril, polož oba poháre do širokej misky alebo na pekáč. Pohľadnicu polož na vrch pohára s vodou. Snaž sa, aby sa ti pod pohľadnicu do pohára s vodou dostalo čo najmenej vzduchu. Najlepšie bude, ak pohľadnicu zboku opatrne nasunieš na pohár s vodou. Pohár prevráť hore dnom, pričom pohľadnicu jemne pridržiavaj pri ústí pohára. Pohľadnica drží na pohári plnom vody otočenom hore dnom sama. Pohár opatrne polož na druhý pohár plný oleja. Poháre nasmeruj tak, aby ich ústia boli presne nad sebou a medzi nimi len pohľadnica. Pohľadnicu opatrne potiahni do strany, aby sa vytvoril otvor medzi oboma pohármi s tekutinami. Počas ťahania pohľadnice oba poháre pridržiavaj.

#### Čo sa deje?

Cez otvor prenikne niekoľko olejových bublín, ktoré sa usadia na dne pohára s vodou prevráteného naopak. Keď vytvoríme väčší otvor, všetok olej prenikne hore, pričom voda stečie dole a nahradí tak vyplavený olej.

#### Usmernenie pozorovania

Opíš, čo si pozoroval. Ak by si namiesto vody použil inú kvapalinu, prebehol by experiment rovnako? Aká by musela byť druhá látka, aby voda nepretiekla dolu? Správala by sa voda inak, keby sme v nej rozpustili nejakú látku? Má vtedy voda iné vlastnosti? A ovplyvnili by tieto vlastnosti to, ako prebieha experiment? Na čo slúži v experimente pohľadnica? Čím by si ju vedel nahradiť? Aké musí mať tento predmet vlastnosti, aby sa ti experiment podaril? Musia byť oba poháre rovnaké? Nemohli by byť rôzne vysoké alebo široké? Pokús sa vysvetliť svoju odpoveď.

#### Pomôcky

Dva malé poháre rovnakej veľkosti, najlepšie sú poháre na malinovku veľké asi 2dcl, kartón alebo pohľadnica (väčšie ako ústie pohárov, ktoré používaš), nožnice, voda, olej, široká miska (fotografická) alebo plech na pečenie

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Olej stúpa hore, lebo má menšiu hustotu (je ľahší) ako voda. Voda tečie dolu a vytláča olej hore. To, či látka klesá dolu závisí od toho, akú má hustotu v porovnaní s hustotou látky v ktorej klesá.

#### Pomocné informácie

Olej má menšiu hustotu ako voda, preto stúpa hore. Kým boli poháre oddelené pohľadnicou, voda tlačila zvrchu na pohľadnicu. V momente, keď sa vytvoril priestor, aby mohla uniknúť, vytlačila ľahší olej zo spodného pohára, ktorý prirodzene vyplával do vrchného pohára. Experiment je možné realizovať aj s inými tekutinami, vždy však musia byť nemiešateľné. Experiment sa dá realizovať napríklad so vzduchom a vodou, pretože aj vzduch je tekutina – dokáže sa prelievať – je tekutý. Pri uvedení si rozdiel v pojmach tekutina a kvapalina je umožnené aplikovať vedomosti širšie. Keď prevraciame pohár naplnený vodou hore dnom s priloženou pohľadnicou, využívame pri tom pôsobenie atmosférického tlaku. Pôsobiacia sila je dostatočne veľká oproti pôsobeniu hmotnosti vody v pohári.

## 10. Téma: Hustota

### 4. Ako prinútiť vajíčko, aby plávalo vo vode?

#### Postup

Do jedného pohára nalej vodu asi do polovice objemu. Vlož vajíčko a sleduj, čo sa deje. Pridaj za 3 lyžice soli, opatrne rozmiešaj a sleduj, čo sa deje.

Nalej vodu do druhého pohára, tiež asi do polovice objemu. Pridaj 10 lyžíc soli a poriadne rozmiešaj. Pohár nechaj postáť až kým sa hladina neupokojí. Potom prilej čistú vodu, ale už nemiešaj. Do pohára opatrne vlož vajíčko.

#### Čo sa deje?

V čistej vode je vajíčko ponorené – nepláva. Pridávaním soli sa vajíčko zdvíha vyššie. Keď si pridal čistú vodu do veľmi slanej vody, vajíčko zostalo plávať v strede.

#### Usmernenie pozorovania

Od čoho závisí, či budú predmety na vode plávať alebo sa ponoria? Závisí to len od určitých vlastností predmetu alebo aj od vlastností kvapaliny, do ktorej predmet ponárame? Ktoré vlastnosti sú dôležité, veľkosť predmetu, tvar predmetu, hmotnosť predmetu alebo je to niekoľko vlastností dohromady? Ak by si v experiment použil namiesto vody olej (ktorý na vode pláva) ako by sa správalo vajíčko? Ak by si namiesto soli použil iné látky (napríklad cukor, múku, piesok), vždy by experiment prebehol rovnako? A čo ak by si namiesto vajíčka použil iný predmet, fungovalo by to rovnako (napríklad lyžičku, sklo, kľúče, drievka, mince a pod.)? Je dôležité koľko soli do vody pridáme?

#### Pomôcky

tri poháre, čerstvé vajíčko, voda, soľ, lyžica

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Predmety plávajú na vode vtedy, keď majú menšiu hustotu ako voda (sú ľahšie). Slaná voda znižuje hustotu vajíčka. Slaná voda má vyššiu hustotu ako čistá voda. Nie všetky predmety, ktoré v čistej vode neplávajú v slanej vode dokážu plávať. Čím je voda slanejšia, tým má väčšiu hustotu.

#### Pomocné informácie

Čím je tekutina hustejšia, tým vyššie vajíčko vystupuje. Prídavkom soli do vody zvyšujeme hustotu roztoku. Keď pridáme čistú vodu do slanej, tá zostane na povrchu, pretože má nižšiu hustotu. Vajíčko sa cez čistú vodu ponorí a zostane plávať na rozhraní so slanou vodou.

Čerstvé vajíčko má hustotu väčšiu ako je hustota vody, preto v čistej vode vajíčko klesá ku dnu. Rozdiel hustoty vajíčka a vody nie je veľký, ak mierne zvýšime hustotu vody pridaním soli, vajíčko začína stúpať. Starutím vajíčka sa začína rozklad bielkovín, pričom výsledkom je väčšie množstvo plynov s nízkou hustotou. Preto sa postupne hustota vajíčka znižuje. Staré vajíčka na hladine čistej vody plávajú.

## 10. Téma: Hustota

### 5. Čo je to vztlaková sila a ako pôsobí na telesá vo vode?

#### Postup

Rúrku ponor do kvapaliny tak, že na dolnom konci pridržiavaj krúžok z kartónu, ktorý je o niečo väčší ako priemer rúrky. Po určitej hĺbke už krúžok drží pri rúrke sám. Do rúrky pomaly prilievaj vodu a sleduj kartónový krúžok na konci rúrky.

#### Čo sa deje?

Keď sa začne hladina vody v rúrke približovať výške hladiny v pohári, krúžok od dna rúrky odpadne.

#### Usmernenie pozorovania

Kartónový krúžok si najskôr musel pri ústí ponárajúcej sa trubičky pridržiavať, vedel by si vysvetliť prečo? A ako je možné, že potom ten istý krúžok držal na ústí trubičky sám? Aká sila pridržiava krúžok na ústí trubičky? Kde sa zrazu vzala táto sila? Kedy začala pôsobiť? Myslíš si, že by sa experiment dal rovnako zopakovať aj s krúžkami z iného materiálu? Aké vlastnosti by mal mať tento materiál? Kedy by sa iný materiál sám držal pri ústí rúrky, v tom istom okamihu kedy kartónový krúžok? Od čoho myslíš že závisí to, kedy už nie je potrebné krúžok pri ústí pridržiavať? Ako pôsobí voda, ktorú nalievaš do rúrky na krúžok? Prečo krúžok po naliatí určitého množstva vody odpadne? Zmizne sila, ktorá pôsobila predtým opačne? Ako by experiment prebehol, keby v nádobe nebola voda ale iná tekutina? Prebehol by experiment rovnako, keby bola voda horúca?

#### Pomôcky

dlhá plastová alebo sklená rúrka, kartón, nožnice, hlbšia nádoba s vodou, pohár,

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak chceme zabrániť nadnášaniu predmetov vo vode, musíme pôsobiť silou, ktorá má rovnakú veľkosť ako nadnášanie, ale má opačné pôsobenie. Vztlaková sila vody sa rovná sile, ktorú vynaložíme na to, aby sme plávajúce teleso do vody ponorili. Vztlaková sila vody sa rovná tiaži vody, ktorú teleso vytlačilo z nádoby.

#### Pomocné informácie

Vztlaková sila nadľahčuje teleso ponorené do kvapaliny. Veľkosť tejto sily závisí od vlastností predmetov, ktoré do vody ponárame. Čím väčší objem telesa je ponorený, tým väčšia vztlaková sila na predmet pôsobí. Ak dokážeme pôsobiť proti vztlakovej sile rovnako veľkou silou, predmet sa v tekutine vznáša. Napríklad, ak chceme, aby zostal kartónový krúžok pod vodou, držíme ho tam rukou, pričom veľkosť sily na toto vynaloženej sa rovná veľkosti vztlakovej sily pôsobiacej na kartónový krúžok, pričom pôsobenie sily je opačného smeru. Tlak stĺpca kvapaliny v rúrke pôsobiaci zhora sa vyrovnal so vztlakom pôsobiacim na spodnú stranu krúžku. Týmto spôsobom môžeme demonštrovať akú veľkú silu používame na udržanie niektorých predmetov vo vode, resp. akou veľkou vztlakovou silou pôsobí voda na konkrétny predmet – veľkosť vztlakovej sily je v našom experimente úmerná tiaži vody, ktorú sme do rúrky naliali v momente, kedy sa krúžok od ústia rúrky odlepil.

## 10. Téma: Hustota

### 6. Ako je možné meniť hustotu telies?

#### Postup

Do vyššej sklenej nádoby (pohára) nalej vodu. Do vody pridaj sódu bikarbónu a kyselinu (stačí ocot alebo citrón) a poriadne rozmiešaj, počkaj, kým voda prestane šumieť a vyčírí sa. Do vody vhod' pár sušených hrozienok a sleduj, čo sa bude diať.

#### Čo sa deje?

Sušené hrozienka majú väčšiu hustotu ako voda a preto klesnú ku dnu. O chvíľu sa však vynesú k hladine. Ale tam akoby si to po chvíli rozmysleli a znovu klesajú ku dnu. Dej sa opakuje.

#### Usmernenie pozorovania

Myslíš si, že jeden a ten istý predmet môže niekedy na vode plávať a inokedy sa ponárať? Sú hrozienka počas celého experimentu rovnaké? Pokús sa opísať, čím sa líšia hrozienka keď stúpajú hore od tých, ktoré klesajú dolu? Aký význam má to, že do vody pridávame sódu a ocot? Ako tieto látky spolu reagovali? Čo myslíš, čo zostalo vo vode po vyšumení? Myslíš si, že tieto látky nejakým spôsobom pôsobia na hrozienka v pohári? Myslíš si, že by experiment prebehol rovnako aj v iných kvapalinách? Aké musia mať kvapaliny vlastnosti, aby experiment prebehol rovnako? Fungoval by experiment s akýmikoľvek predmetmi – resp. čím by si nahradil hrozienka? Aké vlastnosti by mali mať predmety, ktoré by nahradili v experimente hrozienka? Kedy predmety plávajú a kedy klesajú ku dnu? Aký je rozdiel medzi týmito predmetmi?

#### Pomôcky

pohár s vodou, lyžička na miešanie, sóda bikarbóna (hydrogén uhličitý sodný), kyselina (ocot alebo citrónová šťava), sušené hrozienka.

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Pôsobením octu a sódy sa vo vode vytvárajú bublinky, ktoré priľnú k hrozienkam a vynesú ich k hladine. Ak chceme, aby niektoré predmety na vode plávali, môžeme zmeniť hustotu týchto predmetov pridaním materiálu, ktorý má oveľa menšiu hustotu ako voda. Ak je predmet dostatočne malý (ľahký) bubliny prítomné vo vode ho môžu vyniesť na hladinu.

#### Pomocné informácie

Ak si lepšie prezrieme hrozienka vtedy, keď plávajú hore, zistíme, že majú na svojom povrchu nalepené bubliny. Ak zmiešame sódu bikarbónu s kyselinou, vzniká oxid uhličitý – plyn, ktorý sa zachytáva hlavne na nerovných povrchoch, ako sú napríklad hrozienka v pohári. Keď sa na hrozienku zachytí dostatočne veľa bublín, vynesú ho k hladine ako balóny. Oxid uhličitý pri hladine unikne do vzduchu, čím zostane hrozienko znovu ťažké a klesá ku dnu. Princíp je jednoduchý. Telesá, ktoré majú menšiu hustotu ako voda na nej plávajú, telesá, ktoré majú väčšiu hustotu ako voda, klesajú ku dnu. Sušené hrozienko má síce väčšiu hustotu, ako voda, ale bublina oxidu uhličitého ju má menšiu. Ak sa nalepia bubliny na hrozienko, ich hustota sa spriemeruje. Keď sa na hrozienko nalepí dostatočne veľa bublín, výsledná hustota bude menšia ako je hustota vody a hrozienko vypláva k hladine, kde sa udeje opačný proces - zvýšenie hustoty objektu uniknutím bubliniek oxidu uhličitého.

## 10. Téma: Hustota

### 7. Ako meniť hustotu telies? 2

#### Postup

Do plastovej priesvitnej fľaše naber vodu asi do troch štvrtín jej objemu. Kvapkadlo, ktoré sa skladá z gumičky a kúska sklenej rúrky naplň do polovice vodou. Kvapkadlo hod' do fľaše s vodou a fľašu tesne zazátkuj. Kvapkadlo pláva na vode. Fľašu stlač a sleduj, čo sa deje s kvapkadlom. Potom zovretie uvoľni.

#### Čo sa deje?

Kvapkadlo pri stlačení fľaše klesá ku dnu. Ak fľašu pustíme, znovu vypláva na hladinu.

#### Usmernenie pozorovania

Čo sa deje vo fľaši, keď ju stláčaš? Pôsobíš nejakým spôsobom na vodu vo fľaši? Ako? Pôsobíš aj na vzduch, ako? Ako súvisí so stláčaním fľaše pohyb kvapkadla vo vode? Všimol si si na kvapkadle nejaké zmeny, keď si stlačil fľašu? Reaguje kvapkadlo okamžite po stlačení fľaše? Ako inak by si vedel donútiť kvapkadlo, aby kleslo ku dnu? Čo sa v podstate musí s kvapkadlom stať, aby kleslo ku dnu? Aký je rozdiel medzi predmetom, ktorý pláva na vode a predmetom, ktorý klesá ku dnu? Ak chceš ponoriť neplávajúce predmety, ako by si to urobil? Potrebuješ na to silu? Potrebuješ na to predmety? Čo by sa stalo, keby si namiesto vody použil inú kvapalinu? Dal by sa experiment realizovať v sklenej fľaši? Vysvetli, kedy by experiment nefungoval – čo by si musel na fľaši s vodou a kvapkadlom zmeniť, aby experiment nefungoval?

#### Pomôcky

Plastová priesvitná fľaša s uzáverom s objemom asi 1,5l, kvapkadlo, voda

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Stláčaním fľaše vytvárame vo vnútri vyšší tlak. Tlak vo fľaši spôsobí, že do kvapkadla sa nasáva voda. Ak obsahuje kvapkadlo väčšie množstvo vody, prestáva na vode plávať. Vzduch je viac stlačiteľný ako voda.

#### Pomocné informácie

Sklo má väčšiu hustotu ako voda, kleslo by ku dnu, ale keďže sa na sklenej rúrke nachádza gumička, ktorá udržiava vzduchovú bublinu, kvapkadlo pláva na vode, sklo je nadnášané vzduchom. Celková hustota kvapkadla je menšia ako je hustota vody. Stláčaním fľaše sa znižuje jej objem, tým sa zvyšuje tlak. Kvapaliny sú len málo stlačiteľné, ale plyn je dostatočne dobre stlačiteľný. Tlak vzduchu, vo vnútri fľaše spôsobí preniknutie väčšieho množstva kvapaliny do sklenej rúrky, čo je možné dosť dobre pozorovať. Tým, že rúrka nasala viac vody, zvýšila sa hustota kvapkadla a kleslo ku dnu fľaše. Opätovným znížením tlaku vo fľaši sa voda zo sklenej rúrky kvapkadla vypudí a kvapkadlo stúpa k hladine.

## 10. Téma: Hustota

### 8. Ktoré predmety na vode plávajú a ktoré neplávajú?

#### Postup

Jeden obal z kinder-vajíčka nechaj prázdny. Druhý naplň doplna vodou. Najlepšie sa ti to bude robiť vo väčšej nádobe naplnenej vodou. Naplň obal tak, aby sa vnútri nevytvorila vzduchová bublina. Do väčšej nádoby si priprav slanú vodu (do litra vody pridaj 4 – 5 lyžíc soli a nechaj rozpustiť) a tretí obal z vajíčka naplň slanou vodou podobne ako si naplnil druhý obal vodou bez soli. Je dôležité, aby ti v obale nevznikla vzduchová bublina. Obaly si farebne označ tak, aby si vedel, aký majú obsah. Obaly označuj nezmývateľnou farbou, pretože ich budeš ponárať do vody. Vyššiu nádobu naplň vodou a vhod do nej všetky tri obaly. Pozoruj.

#### Čo sa deje?

Prázdny obal bude plávať ako bója na vode. Obal naplnený vodou bude tesne pod hladinou, prípadne bude kúsok trčať, podľa toho, ako dobre sa nám podarilo naplniť ho vodou. Obal so slanou vodou bude plávať pri dne.

#### Usmernenie pozorovania

Čím sa odlišuje prázdny obal od obalu naplneného vodou? Majú rovnaký objem? Majú rovnakú hmotnosť? Ako vieš zistiť rozdiel bez toho, aby si obaly otvoril? Čím sa odlišuje obal so slanou vodou od predchádzajúcich dvoch? Má iný objem? Má inú hmotnosť? Ako by si odlišil obal so slanou vodou od obalu s vodou bez soli? Pokús sa odlíšiť tieto dva obaly podobne ako predchádzajúce dva (prázdny a naplnený čistou vodou).

Čo si pozoroval, keď si vhodil obaly do čistej vody? Ako by experiment prebehol, keby si obaly vhodil do takej slanej vody, akou si naplnil tretí obal? Ako by sa správali jednotlivé obaly? Myslíš si, že je dôležité, do akej kvapaliny vhadzuješ pripravené tri obaly? Budú sa v akejkoľvek kvapaline správať rovnako?

Čo sa deje so soľou, ktorú vhodíme do vody? Zväčšuje sa objem vody, keď do nej prispeme soľ? Zväčšuje sa objem vody?

#### Pomôcky

3 obaly z kinder-vajíčka, väčší zaváraninový pohár, voda, soľ, nezmývateľná fixka, pohár, lyžička,

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak vo vode rozpustíme látku, zvýši sa jej hustota. Na vode plávajú predmety, ktoré majú menšiu hustotu ako voda. Ak chceme, aby neplávajúci predmet vyplával na hladinu, musíme buď znížiť hustotu predmetu alebo zvýšiť hustotu vody (resp. inej kvapaliny, v ktorej sa predmet nachádza).

#### Pomocné informácie

Obal so slanou vodou bude plávať pri dne - je najťažší, ťažší ako voda bez soli. Keď budeme do tejto vody prispávať soľ, postupne sa bude obal z dna dvíhať. To, či predmet v kvapaline pláva alebo klesá ku dnu závisí od pomeru hustoty kvapaliny a predmetu. Predmety, ktoré majú hustotu väčšiu ako voda klesajú ku dnu, ak dostatočne zvýšime hustotu vody, predmety vyplávajú k hladine.

V experimente máme možnosť sledovať princíp merania hustoty kvapaliny hustomerom. Hustomer je zatavená sklenená trubica prispôbená plávaniu vo zvislej polohe. V kvapaline sa hustomer ponorí do takej hĺbky, pri ktorej je jeho hmotnosť rovnaká ako hmotnosť ním vytlačenej kvapaliny. Hĺbka ponoru je teda funkciou hustoty meranej kvapaliny. Existujú hustomery pre kvapaliny s menšou i väčšou hustotou ako je hustota vody. Zaujímavé na hustomeroch je to, že môžu vyjadrovať hustotu



kvapaliny ale aj percento rozpustenej alebo emulgovanej látky v roztoku. Z toho vyplýva, že množstvo rozpustenej látky ovplyvňuje hustotu roztoku – hustotu môže zvyšovať, ale aj znižovať. Hustotu roztoku zvyčajne rozpustné látky zvyšujú. Znižovanie hustoty je typické viac pre vzájomné rozpúšťanie dvoch kvapalín s rôznou hustotou (napríklad alkohol a voda), pričom znižovanie hustoty je relatívne (závisí od toho, ktorú látku vnímame ako rozpúšťadlo a ktorú ako rozpúšťanú látku – napríklad z pohľadu vody ako rozpúšťadla alkohol hustotu znižuje, ale z pohľadu alkoholu ako rozpúšťadla sa hustota roztoku pridávaním vody zvyšuje).

## 10. Téma: Hustota

### 9. Ako funguje vynáranie a ponáranie ponorky?

#### Postup

Do otvorov v zátku upevníme dve hadičky. Jedna hadička by mala vyčnievať tak, aby siahala na dno nádoby, keď zátku na nádobu upevníme. Druhá hadička by mala siahť len tesne pod zátku. Obe hadičky by mali byť v zátku upevnené tak tesne, aby nemohol vzduch unikať medzi otvorom a hadičkou. Všetky netesnosti uprav plastelínou. Na hadičku, ktorá siaha tesne pod zátku upevní injekčnú striekačku. Do nádoby vlož niekoľko kamienkov, aby nádoba udržala rovnováhu vo vode (vo zvislej polohe) a na ústie pripevní zátku. Všetky netesnosti uprav plastelínou. Takto pripravenú ponorku vlož do dostatočne hlbkej nádoby s vodou. Hadička, na ktorej nie je upevnená striekačka by mala voľne plávať vo vode tak, aby sa do nej mohla dostať voda. Pomocou injekčnej striekačky začni vysávať vzduch z nádoby. Potom sa snaž zase vzduch do nádoby prostredníctvom striekačky natlačiť.

#### Čo sa deje?

Keď je v ponorke viac vzduchu, vznáša sa, keď je v nej viac vody, klesá ku dnu.

#### Usmernenie pozorovania

Čo by sa stalo, ak by bol koniec hadičky, na ktorej nie je pripevnená striekačka voľne uložený mimo vody? Fungoval by experiment? Dialo by sa niečo s nádobou pri nasávaní a vysávaní vzduchu pomocou striekačky?

Mení sa objem nádoby natláčaním vzduchu alebo jeho vysávaním? Mení sa tvar? Mení sa hmotnosť?

Fungoval by experiment rovnako aj v iných kvapalinách?

Čo by sa stalo, ak by bol koniec hadičky, na ktorej nie je striekačka uzatvorený? Dialo by sa niečo pri natláčaní vzduchu do nádoby? Zistil by si nejaký rozdiel, keby bola nádoba umelohmotná a keby bola sklená?

#### Pomôcky

zátku s dvomi otvormi, do ktorých je možné tesne upevniť hadičku, sklená alebo plastová nádoba, na ktorú je možné nasadiť zátku s dvomi otvormi, dve hadičky asi 30 cm dlhé (namiesto nádoby, zátky a hadičky je možné použiť jednoduchú podtlakovú odsávačku na hlieny pre dojčatá bežne dostupnú v lekárnach), injekčná striekačka, plastelína, kamienky, väčšia nádoba s vodou na testovanie funkčnosti ponorky

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Pri nasávaní vody do nádoby sa pri nemennom objeme mení hmotnosť nádoby, čiže sa zvyšuje hustota nádoby. Čím má nádoba vyššiu hustotu, tým rýchlejšie klesá vo vode ku dnu.

#### Pomocné informácie

Pomocou striekačky zvyšujeme, resp. znižujeme tlak v utesnenej ponorke. V prípade, že vzduch vysávame, vzniká podtlak a pomerne vyšší tlak pôsobiaci na koniec trubičky voľne plávajúcej vo vode spôsobí natekanie vody do nádoby. Od množstva vody, ktorá sa nasaje závisí, do akej hĺbky sa nádoba ponorí. Ak, naopak, zvýšime tlak na hladinu vody v nádobe, voda začne z otvoreného systému unikať, hustota nádoby sa znižuje a vynára sa z vody.

## 10. Téma: Hustota

### 10. Zvýši sa hladina morí po roztopení ľadovcov?

#### Postup

Do pohára nalej vodu asi do  $\frac{3}{4}$  jeho objemu. Na pohári označ fixkou výšku hladiny. Do vody vhoď jeden väčší kus ľadu. Výška hladiny sa zmení, označ na pohári zmenenú výšku hladiny. Dávaj pozor, aby si si nepomýlil označené výšky hladín. Ľad sa bude postupne roztápať. Popremýšľaj a pokús sa odôvodniť svoj predpoklad do akej výšky bude siahat' hladina vody po roztopení celej kocky ľadu.

#### Čo sa deje?

Po vhození kocky ľadu sa hladina vody zdvihne. Po roztopení ľadu zostáva v nádobe rovnaké množstvo vody ako po vhození kocky ľadu.

#### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že sa hladina vody nezdvihne? Porovnaj pozorované so svojim predpokladom a pokús sa o nové vysvetlenie. Čo myslíš, fungoval by experiment rovnako, ak by si namiesto vody použil inú kvapalinu? Alebo, aké vlastnosti by musela mať kvapalina, aby si ju mohol v experimente použiť pri podmienke rovnakého výsledku? Myslíš si, že by experiment prebehol inak, ak by mala voda inú teplotu? Čo ak by sme do vody pridali nejakú rozpustnú látku, zmenil by sa výsledok experimentu?

Čo myslíš, prečo ľad pláva na vode? Čo by si musel urobiť, aby si ľad ponoril pod vodu, resp. aby ľad klesol ku dnu? Keď by si mal porovnať objem vody, ktorý vznikol po roztopení ľadu s objemom vody, o ktorý vystúpila hladina vody po vhození kocky ľadu, aký by bol – väčší, menší, rovnaký? Pokús sa svoju odpoveď aj vysvetliť – prečo si to myslíš.

#### Pomôcky

pohár s objemom asi 2dcl, voda, ľad, fixka na označovanie skla

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Výška hladiny zostane rovnaká, pretože ľad sa roztopí na také množstvo vody, ktoré bolo ľadovou kockou vytlačené. Ľad má menšiu hustotu ako voda – preto na nej pláva, z toho vyplýva, že ľad sa roztopí na menší objem vody ako je objem kocky ľadu. Ľad sa roztopí na také množstvo vody, aký je objem ponorenej časti kocky ľadu.

#### Pomocné informácie

Ľad sa roztopil presne na také množstvo vody, ktoré vytlačil. Tiaž vody je vykompenzovaná vztlakovou silou, ktorá sa rovná tiaži vytlačenej vody.

Ak pripevníme na ľad kúsok kovu, napríklad doňho zapichneme špendlík, takto upravený ľad ponorený do vody vytlačí viac vody ako ľad bez špendlíka – to znamená, že sa do vody viac ponorí. Špendlík je vyrobený z kovu, ktorý má hustotu väčšiu ako voda a tak v nej nepláva. Ak ho položíme na plávajúce teleso, neponorí sa, ale svojou hmotnosťou spôsobí väčšie ponorenie – na takýto ľad pôsobí väčšia vztlaková sila. Keď sa ľad roztopí, voda v pohári od pôvodnej vody klesne. Ľad sa roztopí na menšie množstvo vody ako predtým vytlačil.

## 10. Téma: Hustota

### 11. Od čoho závisí, ako hlboko sa ponorí loďka do vody?

#### Postup

Budeš potrebovať dve umelohmotné fľaše od minerálky, najlepšie 1,5 litrovú a 2 litrovú. Obom odstrihni vrchnú časť, menšiu nádobu vyrob aj nižšiu ako väčšiu nádobu. Vzniknú ti dve misky, pričom jedna sa bude dať do druhej voľne vložiť. Menšia nádoba bude predstavovať loďku, väčšia nádoba bude predstavovať bazén. Do väčšej nádoby nalej vodu. Menšiu nádobu, loďku, nalož nákladom kameňov. Vlož ju do bazénu. Voda v bazéne vystúpi do určitej výšky, túto výšku hladiny si označ fixkou na fľaši. Potom vyháď pár kameňov z loďky do vody v bazéne a znovu označ výšku hladiny.

#### Čo sa deje?

Hladina vody klesla.

#### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že hladina vody klesne? Vedel by si vysvetliť, prečo sa hladina vody znížila? Od akej vlastnosti loďky závisí to, do akej hĺbky loďka ponorí? Ak do nádoby s vodou vložíš prázdnu loďku a potom do nej vložíš predmety, ktoré na vode plávajú, ponorí sa loďka hlbšie? Ak by si do loďky nalial vodu, ponorí sa hlbšie? Koľko najviac vody môžeš naliať do loďky aby sa neponorila? Koľko kameňov môžeš do loďky vložiť, kým sa ponorí? Od akej vlastnosti materiálu závisí, aký objem môžeš loďkou previesť bez jej ponorenia? Ak kameň určitej hmotnosti a veľkosti vložíš do loďky a ak ten istý kameň len vhodíš do vody, kedy kameň vytlačí viac vody? Pokús sa vysvetliť svoje tvrdenie.

#### Pomôcky

Dve plastové fľaše – jedna väčšia a jedna menšia (napríklad 1,5 l a 2l), voda, kamienky, fixka na označenie výšky hladiny

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

V prípade polozenia kameňa do loďky berieme do úvahy len hmotnosť kameňa, v prípade polozenia kameňa do vody, berieme do úvahy aj objem aj hmotnosť kameňa. Vztlaková sila pôsobiaca na kameň uložený v loďke má inú veľkosť ako vztlaková sila pôsobiaca na kameň, ktorý vkladáme priamo do vody. Loďka sa ponorí do vody o väčší objem ako je objem samotných kameňov.

#### Pomocné informácie

Hladina klesla, pretože kamene ponoria loď do vody o väčší objem než je ich vlastný po vyhodení z loďky do vody. Ak sa pokúsime experiment robiť s drevom alebo polystyrénom (látkami, ktoré majú hustotu menšiu ako voda) hladina sa bude správať inak.

## 10. Téma: Hustota

### 12. Vytečie voda z nádoby, keď je v nej dierka vždy?

#### Postup

Malý zaváraninový pohár naplň asi do dvoch tretín vodou. Do vrchnáku urob dve rovnako veľké dierky (drobné, nie veľmi veľké) vzdialené od seba niekoľko centimetrov. Pohár uzavri vrchnákom a prevráť zvislo dolu tak, aby bol vrchnák uložený vodorovne. Daj pozor, aby nebol nahnutý na stranu. Pozoruj. Potom sa pokús pohár nakloniť na stranu.

#### Čo sa deje?

Ak je pohár uložený tak, aby bolo veko vo vodorovnej polohe, aj napriek tomu, že vo vrchnáku sú až dve dierky, voda nevyteká. Ak pohár nahneme na stranu, voda začne vytekať z otvoru, ktorý je uložený nižšie.

#### Usmernenie pozorovania

Ako si vysvetľuješ, že sa voda z pohára najskôr nevyliala? Ako môže pôsobiť nahnutie pohára na to, či sa voda z pohára vyleje alebo nie? Aj pri vylievaní vody z pohára pôsobí určitá sila. Aká sila pôsobila proti vylievaniu vody z pohára? Ako sa zmenil pomer síl, ktoré pôsobili v pohári a v jeho okolí po nahnutí pohára? Myslíš si, že by experiment fungoval rovnako, keby sme namiesto vody použili inú kvapalinu? Je dôležitá veľkosť dierok? Je dôležité aký je veľký pohár? Alebo to, aké má pohár veľké ústie? Je dôležité to, koľko vody je naliatej v pohári v pomere k celkovému objemu poháru?

#### Pomôcky

Zaváraninový pohár so šraubovacím viečkom, hrubá ihla alebo šidlo s kladivom, voda

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Voda sa z pohára dostane len vtedy, ak sa má ako do pohára dostať vzduch. Voda sa nevyliala preto, lebo sa do pohára nedostal vzduch. Ak sú dierky príliš malé, voda sa v pohári udrží vďaka pôsobeniu povrchového napätia vody.

#### Pomocné informácie

Ak je pohár uložený vodorovne, nad oboma dierkami je rovnako vysoký vodný stĺpec. Voda by okamžite začala vytekať von, ak by sa do nádoby mal ako dostať vzduch. V prípade, že je pohár uložený vodorovne a dierky nie sú príliš veľké, voda nevytečie, lebo sa do nádoby nemá ako dostať vzduch – na obe dierky zospodu tlačí rovnako veľká sila, podobne aj zvrchu. Ak však nahneme pohár na stranu, voda začne vytekať zo spodnej dierky, z tej, nad ktorou je vyšší stĺpec vody (na túto dierku pôsobí väčší tlak vody). Druhou dierkou dovnútra prúdia bubliny vzduchu. Ak je tlak vody nad oboma dierkami rovnaký, voda akoby nevedela kadiaľ má vytekať.

Experimentu samozrejme pomáha aj povrchové napätie vody. Ak by boli dierky príliš veľké, veľké vytvárajúce sa kvapky by boli také ťažké, že lokálne by dokázali z otvoru odkvapnúť uvoľnením priestoru pre vnikanie vzduchových bublín dovnútra nádoby.

Ak je v pohári menšie množstvo vody, dierky môžu byť pomerne väčšie ako keď je v pohári väčšie množstvo vody.