



Voda

Učitelská verze pracovních listů



- vzorová řešení pracovních listů
- vysvětlení
- didaktický komentář
- učivo dle RVP
- případné náměty na navazující aktivity



Hustoměr

Učivo: hustota látky, Archimédův zákon, chování těles v klidných tekutinách, teplotní roztažnost látek.

Cíl: Žáci provedou měření hustoty pomocí hustoměru a vysvětlí jeho fungování. Zdůvodní rozdílnou hustotu téže látky za různé teploty. Rozhodnou o vzájemném uspořádání vrstev nemísících se kapalin různé hustoty.

Řešení: Na klidně plovoucí hustoměr působí dvě síly opačných směrů, jejichž účinky se vzájemně ruší: gravitační (tíhová) a vztlaková. Působitelem gravitační síly Země, působitelem vztlakové síly je kapalina.

Až na vzácné výjimky, jako je např. voda v teplotním rozmezí od 0 do 4 °C, platí, že objem zahříváné kapaliny roste, a její hustota tudíž klesá. Největší hustotu má proto z měřených třech situací voda nejchladnější, nejmenší hustotu voda nejteplejší. Je dobré také připomenout, že pokud bychom porovnávali vodu o teplotě blízké nule, nejvyšší hustotu bychom naměřili u vody teplé 4,2 °C, pod touto teplotní hranicí hustota vody klesá.

Těleso s menší hustotou, než je hustota okolní kapaliny, v ní plove; těleso, jehož hustota je větší než hustota okolní kapaliny, se v ní potápí. A platí to nejen pro pevné těleso, ale i pro těleso kapalné – tj. pro vrstvu jiné kapaliny.¹ Vlijeme-li tedy do nádoby několik nemísících se kapalin různé hustoty, nejvyšším „patrem“ tohoto „koktejlu“ bude vrstva kapaliny s nejmenší hustotou a naopak nejnižší se umístí kapalina s největší hustotou.

Komentář: Podle 1. Newtonova zákona setrvává těleso, na něž působí nulová výsledná síla, v pohybu rovnoměrném přímočarém nebo v klidu. Pro hustoměr klidně plovoucí na hladině kapaliny proto platí, že gravitační síla působící směrem dolů a vztlaková síla působící směrem vzhůru jsou spolu v rovnováze. To znamená, že velikosti obou sil jsou si rovny:

$$F_G = F_{vz}$$

Jak velkou částí svého objemu (V_t) je při tom hustoměr do kapaliny ponořen, to závisí při neměnné hmotnosti hustoměru (m_t) a stálých vnějších podmínkách pouze na hustotě kapaliny (ρ_k):

$$m_t \cdot g = V_t \cdot \rho_k \cdot g$$

$$V_t = m_t / \rho_k$$

Mezi hustotou kapaliny a objemem ponořené části hustoměru je tedy nepřímá úměrnost: kolikrát větší je hustota kapaliny, tolikrát menší částí svého objemu je hustoměr ponořen.

Pro jejich vynikající přesnost a spolehlivost, nenáročnou výrobu a minimální nároky na používání i údržbu jsou dosud nejčastěji používány hustoměry klasické konstrukce: oboustranně uzavřená skleněná trubička se závažím a stupnicí. Používají je např.

- motoristé k měření koncentrace H_2SO_4 v autobaterii či hustoty chladicí kapaliny,
- vinaři ke sledování koncentrace cukru, resp. alkoholu ve vznikajícím víně,
- výrobci piva k podobnému účelu,
- výrobci mléka k určování podílu tuku v mléce a mléčných výrobcích,
- laboranti kontrolující kvalitu ropy,
- provozovatelé akvárií s mořskými organismy sledující koncentraci solí rozpuštěných ve vodě atd.

¹ Pro plynná tělesa to platí rovněž – např. pro bubliny ve vodě, pro teplý vzduch obklopený chladnějším vzduchem apod.

Aby se změna ponoru projevila co nejvíce, a měření tak bylo co nejpřesnější, bývají hustoměry „štíhlé“ a mívají stupnice s úzkými rozmezími hodnot (např. laboratorní hustoměr o rozsahu 1 015 – 1 025 kg.m⁻³). Dodávají se pak obvykle v celých sadách. Jsou-li určeny ke speciálním účelům, např. k měření koncentrace určité látky, bývají pak cejchovány přímo v příslušných jednotkách (např. v procentech objemu představujících podíl alkoholu).


Náměty na další aktivity: Především si žáci mohou snadno vyrobit vlastní hustoměr – viz návod ve sborníku „Voda“. Tamtéž je popsána řada dalších pokusů, jejichž prováděním a interpretací se žáci naučí správně pracovat s pojmem hustota a stejnojmennou fyzikální veličinou, analyzovat síly působící na tělesa v klidných tekutinách a předpovídat chování těchto těles apod.

Hustoměr

V následující úloze budete mít možnost seznámit se s fungováním hustoměru. Zjistíte, jak závisí hustota vody na teplotě, a na závěr se vžijete do role barmana.

1 SEZNÁMENÍ S HUSTOMĚREM

Na obrázku jsou zakresleny síly působící na hustoměr ponořený do kapaliny. Pojmenujte působící síly a určete, kdo jimi působí (najděte jejich působitele).



Síla: VZTLAKOVÁ

Působitel: KAPALINA

Síla: GRAVITAČNÍ (TÍHOVÁ)

Působitel: ZEMĚ (JEJÍ GRAVITAČNÍ POLE)


2 VLIV TEPLoty

Připravené odměrné válce obsahují různě teplou vodu. Změřte teplotu a hustotu vody v každém válci (hustoměrem s rozsahem 950-1000 kg/m³).

Odměrný válec	Hustota vody/ kg/m ³	Teplota vody/ °C
1	970	82°
2	997	30
3	1000	5

1 V kterém odměrném válci jste naměřili nejvyšší hustotu? č. 3 (při 5°C)

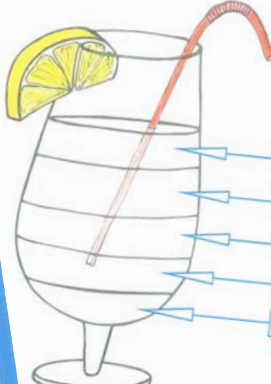
2 Proč? Při nižší teplotě je objem kapaliny menší, proto je hustota větší. ($\rho = \frac{m}{V}$)

VODA 

2 ARCHIMÉDŮV KOKTEJL

Vášim dalším úkolem je předpovědět uspořádání kapalin v Archimédově koktejlů. Hustotu kapalin změřte hustoměrem. Popište jednotlivé vrstvy.

Kapalina	Hustota/ kg/m ³
Slaná voda	1085
Voda	998
Parafinový olej	880
Sirup	1297
Etanol	803



Pořadí kapalin


ETANOL

PARAFINOVÝ OLEJ

VODA

SLANÁ VODA

SIRUP

VODA 

Kapka vody



Učivo: měření objemu kapalného tělesa, vážení tělesa.

Cíl: Žáci vyřeší problém, jak změřit objem a hmotnost velmi malého tělíska. Provedou měření objemu kapalného tělesa pomocí odměrného válce a vážení pomocí digitálních vah. Na základě pozorování opraví svou intuitivní představu o tvaru padající kapky.

Řešení: Tvar padající kapky není „kapkovitý“, ale přibližně kulový.

Žáci pomocí byrety zjistí, kolik kapek se vejde do 200 ml vody, a z toho vypočítají objem 1 kapky. Obdobně zjistí hmotnost 1 kapky: zváží 200 ml vody a celkovou hmotnost vydělí počtem kapek.

Komentář: „Kapkovitý“ tvar padající kapky patří k velmi rozšířeným fyzikálním miskonceptům – mylným spontánním představám. „Odůvodňován“ bývá tím, že takovému tvaru odpovídá nejmenší součinitel odporové síly vzduchu. Proč by ale odporová síla vzduchu působící na padající kapku měla být „co nejmenší“? Když kapka začíná padat, její rychlost se díky působení gravitační (tíhové) síly zvětšuje. S rostoucí rychlostí se však zvětšuje také odporová síla vzduchu, působící na kapku opačným směrem než síla gravitační. Zakrátko se ustaví rovnováha obou sil, a výsledná síla působící na kapku bude nulová. V soulase s 1. Newtonovým zákonem pak bude kapka padat stálou poměrně nízkou rychlostí.²

Úvaha o tom, jak vnější síly padající kapku deformují, by byla podstatně složitější, neboť při ní bychom již nemohli kapku pokládat za hmotný bod. Jak ale vyplývá z výše uvedeného, odporová síla vzduchu působící na kapku je nanejvýš tak velká jako síla gravitační, tedy poměrně malá, a navíc je rozložena na relativně velkou plochu. O tvaru kapky pak mnohem více rozhoduje potenciální energie vrstvičky vody tvořící povrch kapky (povrchová energie). Ta je minimální při kulovém tvaru kapky.

Náměty na další aktivity: Zadejme žákům další zajímavá měření: objemu tělesa, které se nevejde do odměrného válce, tloušťky papíru či šířky vlasu, vážení zrnka rýže apod. Kulový tvar kapky (byť kapky oleje ve směsi vody a lihu) mohou žáci pozorovat při pokusu

Kapka vody

Kdyby vás někdo požádal, abyste mu nakreslili kapku vody, pravděpodobně by měla podlouhlý nahoře zašpicatělý tvar. Je to skutečný tvar vodní kapky? Jak velká je běžná kapka vody? To vše se dozvíte při řešení následujících úloh.

1 JAKÝ TVAR MÁ KAPKA VODY

Pozorujte kapky vody pomocí stroboskopu a určete jejich tvar. Stroboskop zapínejte maximálně na 5 vteřin!

a) b) c) d)

2 OBJEM A HMOTNOST JEDNÉ KAPKY

Změřte, jak velká je kapka vody a kolik váží:

- Umístěte suchý odměrný válec na váhy a stiskněte tlačítko TARE.
- Spočítejte, kolik kapek vody se vejde do 2 ml.
- Přečtěte na displayi hmotnost všech kapek tvořících 2 ml vody.
- Vypočítejte objem a hmotnost 1 kapky.

Počet kapek ve 2 ml vody: 39

Objem jedné kapky: 0,05 ml

Hmotnost všech kapek: 1,92 g

Hmotnost jedné kapky: 0,05 g

VODA

² Kdyby po celou dobu pádu působila na kapku jen gravitační síla, získala by tak obrovskou rychlost, resp. tak velkou pohybovou energii, že by každý obyčejný déšť znamenal přírodní katastrofu.

„Vznášející se kapka“, popsaného ve sborníku „Voda“.



Chytrá prádlena

Učivo: pitná voda, tvrdost vody, detergenty

Cíl: Žáci zanalyzují neznámé vzorky vody a zjistí, jak ovlivňuje tvrdost vody spotřebu pracího prášku a jak se dá tvrdost vody odstraňovat.

Řešení: Předložené vzorky vody sestávají z destilované vody, která svou tvrdostí odpovídá vodě dešťové, dále liberecké středně tvrdé vody a kolínské tvrdé vody. V té je obsažena nejvyšší koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů, zodpovědných za tvrdost vody. V měkké vodě je možné dosáhnout výrazně vyšší pěnovitosti pracího prášku než ve vodě tvrdé, proto je také v oblastech s měkkou vodou (na horách) možné používat menší množství pracího prášku než ve městech, kde je tvrdá voda. Pokus také ukazuje, že po přidání změkčovacla do tvrdé vody lze opět zvětšit množství vytvořené pěny.

Chytrá prádlena

Vaším úkolem bude vědecky prozkoumat připravené vzorky vody a přijít na to, kde by bylo nejvýhodnější vyprat prádlo.

1 TVRDOST A PH VODY

Tvrdost vody je způsobena vápenatými a hořečnatými ionty. Změřte koncentraci těchto iontů pomocí papírků ke stanovení tvrdosti vody. Změřte také pH vody pomocí pH papírků.

Zakroužkujte naměřenou hodnotu tvrdosti vody. Zapište hodnotu pH.

1

pH = 6

2

pH = 6,5

3

pH = 6,9

? Souvisí tvrdost vody s naměřenou hodnotou pH? Pokud ano, jak?
ANO, čím větší tvrdost vody, tím vyšší pH.

VODA

2 PĚNIVOST

Připravte si 2 zkumavky. Do jedné odměřte 4 ml nejměkčí vody, do druhé naopak 4 ml vody s největší tvrdostí. Přikápněte 20 kapek roztoku pracího prášku. Zkumavky dobře protřepejte a sledujte rozdíl v pěnovitosti.

Stejně množství pracího prášku pění lépe:

a) ve tvrdé vodě,
b) v měkké vodě.

? Kde se spotřebuje více pracího prášku: v oblastech s měkkou vodou (na horách), nebo v oblastech s tvrdou vodou?
více se spotřebuje v oblastech s tvrdou vodou.

3 ZMĚKČOVADLA

Do zkumavky s tvrdou vodou přidejte 2 ml roztoku změkčovacla (EDTA). Jak se změnila pěnovitost?

Po přidání změkčovacla je pěnovitost:

a) vyšší,
b) stejná,
c) menší

? Uveďte co nejvíc důvodů, proč nám v domácnosti nevyhovuje tvrdá voda:
způsobuje usazeniny (vodní kámen) na kůlních, na prádelce, na gráně rychlovarné konvice (vyšší spotřeba el. energie), tvrdá voda na víc než jeden druh chleba.

VODA

Hrátky s povrchovým napětím



Učivo: vlastnosti látek a těles.

Cíl: Žáci zaregistrují povrchové jevy (důsledky působení povrchových sil).

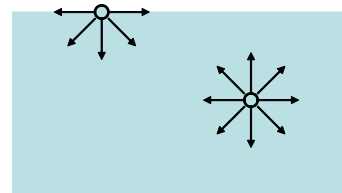
Řešení: Po kápnutí saponátu na hladinu vody posypanou pepřem se pepř „rozprchne“. Nový pepř na téže hladině však reaguje méně, možná dokonce vůbec, neboť voda již saponát obsahuje.

Hladina vody ve sklenici se při vhazování mincí postupně vyklene – vytvoří „kopeček“.

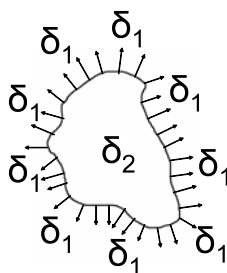
Z obrácené baňky, jejíž hrdlo je přikryto drátěnou sítkou, voda téměř nevytéká. Část vody totiž zaplní mezery mezi dráty, kde ji „jakési“ poměrně velké síly „drží“. Síťka tak baňku zcela uzavře.

Hliníková mince šikovně položená na hladinu se nepotopí, a to díky tzv. povrchovým silám. Kdyby tyto síly neexistovaly, působila by na minci směrem vzhůru jediná síla – hydrostatická vztlaková síla; ta je však příliš malá na to, aby mohla mince na hladině plovat. Jinými slovy: protože je hustota mince větší než hustota vody, bez existence povrchových sil by se mince potopila.

Komentář: Povrchové síly jsou důsledkem vzájemného přitažlivého působení mezi molekulami kapaliny v povrchové vrstvě. Povrchové síly působí v rovině povrchu kapalného tělesa a smršťují jej; ten se proto chová obdobně jako pružná blána. Při zvětšování povrchu koná vnější síla proti povrchovým silám práci a zvětšuje povrchovou energii kapalného tělesa; v opačném případě se povrchová energie spotřebovává konáním práce povrchových sil. Míru povrchových jevů na rozhraní určité kapaliny a určitého prostředí (např. voda-vzduch) udává veličina zvaná povrchové napětí (δ). Např. povrchové napětí vody o teplotě 20 °C obklopené vzduchem je asi 0,073 N.m⁻¹; na každý 1 m délky povrchu (např. obvodu kapky) tak připadá 0,073 N povrchové síly.



Saponát podstatně sníží povrchové napětí vody v daném místě ($\delta_2 < \delta_1$), a dojde tak k narušení rovnováhy povrchových sil:



Voda tvořící „kopeček“ nad okrajem sklenice přeteče, teprve když se kopeček trochu vychýlí přes okraj sklenice a strhne ho tíhová síla, nebo se při jeho stále větším zakřívování stane to, že složka tíhové síly ve směru tečny ke kopečku vodu strhne dolů. „Kopeček“ drží pohromadě také díky relativně velkým přitažlivým silám mezi částicemi vody a částicemi skla (díky adhezi).

Ani při pokusu se sítkem nejde jen o povrchové síly, napínající povrch vody uchycené v každém čtverečku mezi dráty, ale také o přilnavost (adhezi) vody k drátům – jinak by voda sítkem propadávala.

Potopení mince opět vyžaduje působení vnější silou (tíhou mince) proti povrchovým silám, bránícím zvětšení povrchu kapaliny. Kromě povrchových sil drží minci na hladině také hydrostatická tlaková síla. Je-li tíha malá, mince se nepotopí. Pokusíme-li se však položit na hladinu minci orientovanou kolmo k hladině, vyvineme větší tlak a povrchová vrstva vody se protrhne snáze.

S povrchovými jevy se velmi často setkáváme v přírodě a jsou nesmírně významné, nebo naopak velmi nežádoucí pro různé lidské činnosti: umožňují vytváření kapek a bublin, brání proniknutí vody skrz bundu, boty či stan, způsobují vztlínání vody v kapilárách (výživa rostlin, chromatografie, vlhnutí zdí, vysychání původy aj.), znemožňují, nebo naopak umožňují mytí mastných předmětů atd.

Náměty na další aktivity: Sborník „Voda“ obsahuje řadu dalších námětů na experimentování s povrchovými jevy: „Vznášející se kapka“, „Kapka na vařiči“, „Podivná kulička“, „Kouzelná láhev“, „Loďka poháněná jarem“, „Chromatografie“, „Provázek místo trubičky“ či „Plovoucí mince“. Žáci také mohou pátrat po příkladech povrchových jevů v běžném životě.


Hrátky s povrchovým napětím

S termínem povrchové napětí jste se pravděpodobně ve škole ještě nesetkali. Situace, při kterých se povrchové napětí uplatňuje, prozkoumáte při následujících pokusech.

1 PEPŘ NA VODNÍ HLADINĚ

Nasypte trochu pepře do Petriho misky s vodou. Doprostřed kápněte jar. Co se stalo s pepřem po přidání jaru?
„vzniká“ a do stran odhy směř povrchového napětí!



Nasypte na hladinu nový pepř a znovu kápněte jar. Co se stalo s pepřem teď? Zkuste to vysvětlit.
nějsma vzniká ručkare na miskě nebo kelsoe ko dnu - povrchové napětí už se příliš nemění!



2 PLNÁ SKLENICE

Naplňte sklenici vodou až po okraj. Odhadněte, kolik mincí se ještě vejde do sklenice, aniž by voda přetekla. Poté svůj odhad ověřte pokusem.
 Váš odhad: 8 Pokus: 21

Jaký tvar má vodní hladina, než voda přeteče? Zakreslete jej:





3 SÍTKO

Naplňte baňku vodou, přikryjte hrdlo sítkem na čaj a baňku obraťte dnem vzhůru. Protéká voda sítkem? Vysvětlete.
neprotéká, voda drží pohromadě díky povrchovému napětí!

4 MINCE NA HLADINĚ

Zkuste umístit různé mince na vodní hladinu, aniž se ponoří. Jak by se tyto mince chovaly, kdyby neexistovaly povrchové síly? Proč by se tak chovaly?
padaly by se - gravitační síla by byla větší než vztlaková (chylo povrchové síly)



VODA 



3. B na výletě

Učivo: hydrostatická vztlaková síla, Archimédův zákon, chování těles v klidných tekutinách.

Cíl: Žáci experimentálně zjistí a teoreticky zdůvodní různé chování tělesa v kapalinách různé hustoty.

Řešení: V prvním případě („Výlet k Mrtvému moři“) má tatáž loď s tímž počtem žáků (9) podstatně menší ponor. Maximální počet žáků, kteří mohou na loď nastoupit, je proto větší. Příčinou uvedených rozdílů („vlastností Mrtvého moře, která je výhodná pro lodní přepravu“) je vyšší hustota slané vody ve srovnání s vodou „sladkou“. Různé chování lodí v kapalinách různé hustoty plyne z Archimédova zákona.

Komentář: Průměrná slanost (salinita) mořské vody je 3,5 %, což představuje 35 g rozpuštěných solí a jiných látek v každém 1 l vody. Převážnou většinu (téměř 80 %) rozpuštěných látek tvoří chlorid sodný, dále se jedná o různé sírany, další chloridy, kovy, jód aj.

Největší slanost moří je v oblastech, kde převažuje vypařování nad přitékáním „sladké“ vody. Např. slanost Rudého moře činí přes 4%. Naopak velmi nízká je slanost moří s nízkým výparem, zato značně zásobovaných vodou z velkých řek, např. Baltské moře (místy i pod 0,5%), nebo severských moří s tajícími ledovci. Vliv na slanost mají také srážky a cirkulace vody v oceánech.

Rekordní je slanost Mrtvého moře (přes 30%!). Jedná se vlastně o slané jezero, neboť leží asi 400 m pod úrovní oceánu a nemá s ním žádný kontakt. Je bohatě zásobováno vodou z řeky Jordánu, postrádá však jakýkoli odtok. Srážky jsou v té oblasti minimální, většina dní je slunečných a díky tamnímu podnebí velmi teplých. Výpar proto zcela vyrovnává přítok, rozpuštěné látky ale pochopitelně zůstávají a hromadí se.

I při skutečné námořní plavbě je třeba počítat s různou slaností vody, a to zejména u lodí vyplouvajících ústím řek na moře či proplouvajících průlivy a průplavy spojujícími různě slaná moře. Například loď o hmotnosti 1 000 t se při proplutí z průměrně slané moře na řeku ponoří o téměř 25 m³ větší částí svého objemu, a pokud by – teoreticky – měl její ponor zůstat stejný, musela by vyložit část nákladu, např. 16 automobilů po 1,5 t. Loď proto musí být naložena tak, aby ani při změně slanosti vody nehrozilo překročení povoleného ponoru.

Náměty na další aktivity: Náměty na obdobné pokusy – jak učitelské, tak žakovské – najdeme opět ve sborníku „Voda“: „Kouzelná kulička“, „Kmitající vejce“, „Jednoduchý hustoměr“ a řadu dalších námětů vztahujících se k chování těles v klidných tekutinách. Můžeme také žáky nechat, aby např. pomocí závaží a siloměru – nebo jakýmkoli jiným způsobem, na který sami přijdou – změřili hustotu mořské vody.³ Problematika oceánů a moří může být vynikající příležitostí k propojení učiva různých přírodovědných předmětů: fyziky, chemie, geografie, biologie...

³ „Mořskou vodu“ vyrobíme rozpuštěním 35 g kuchyňské soli v 1 l čisté vody.

3.B na výletě

Žáci 3. B vyhráli v soutěži mladých vědců výletní loď. Jejich první výlet bude k Mrtvému moři. Následuje škola v přírodě na Lipně. Pomozte jim proměřit, kolik žáků se vejde na loď.

1 VÝLET K MRTVÉMU MOŘI

Do 3. B chodí 18 žáků. Všichni by se rádi zúčastnili okružní plavby po Mrtvém moři.

? Unese loď všechny žáky? *ANO*

? Jaký je ponor loďky, když je na ní polovina třídy? *25* cm

? Která vlastnost Mrtvého moře je výhodná pro lodní přepravu?
kusťola

2 ŠKOLA V PŘÍRODĚ NA LIPNĚ

Třída 3. B tentokrát vyrazila na školu v přírodě na Lipno.

? Uveze loďka celou třídu včetně Horáčka a Pažouta?
NE, Horáček a Pažoutem musí zůstat na břehu.

? Jaký je nyní ponor loďky zaplněné 9 žáky? *2,9* cm

? Který fyzikální zákon se uplatňuje v této úloze?

- a) Pascalův,
- b) Newtonův,
- c) Archimédův.



Hydrostatický tlak



Učivo: hydrostatický tlak.

Cíl: Žáci vlastní činností ověří závislost hydrostatického tlaku na hloubce a objeví souvislost mezi touto zákonitostí a existencí hydrostatické vztakové síly.

Řešení: Při klesání do větší hloubky hydrostatický tlak roste. Největšímu tlaku je proto vystaveno dno plechovky, nejmenšímu tlaku její vrchní část. Projevuje se to výsledným působením na plechovku směrem vzhůru – hydrostatickou vztakovou silou, pro jejíž velikost platí Archimédův zákon.

Komentář: Náš „přístroj“ spolehlivě ukazuje narůstání hydrostatického tlaku při klesání do větší hloubky pod hladinu. Nabízí se proto jeho použití k přímému měření hydrostatického tlaku, které by však bylo z mnoha důvodů problematické: plechovka je deformována značně nespolehlivě, výška vzduchového sloupce je proměnlivá (v souvislosti s výškou rozdílového sloupce vody v manometru a v závislosti na teplotě vzduchu a atmosférickém tlaku), stupnici by bylo třeba experimentálně ocejchovat... Přece je ale naše pomůcka v leccem podobná skutečným přístrojům k měření hydrostatického tlaku.

S přímým měřením hydrostatického tlaku se v praxi obvykle nesetkáváme. Hydrostatický tlak lze totiž – narozdíl od tlaku atmosférického⁴ – většinou dostatečně spolehlivě určit pomocí vztahu $F_h = h \cdot \rho \cdot g$, kde h je hloubka pod hladinou, ρ hustota vody a g tíhové zrychlení. Nicméně právě vzhledem ke spolehlivosti zmíněné relace se běžně provádí měření právě opačně: měřením hydrostatického tlaku se získává údaj o hloubce pod hladinou (hloubkoměry), resp. o aktuální výšce hladiny v nějaké nádobě (hydrostatickými hladinoměry). Hloubkoměry patří k základnímu vybavení potápěčů. Jednoduché varianty těchto přístrojů bývají obdobně jako aneroidové barometry či deformační manometry založeny na pružné deformaci nějakého tělesa (stočené trubičky, schránky, pružné membrány apod.) a jejím převáděním na pohyb ručičky podél stupnice. Hladinoměry⁵ slouží k měření výšky hladiny v různých nádržích (nejen s vodou!), studnách, jímkách, vrtech, vodojemech apod. Jeden z mnoha typů hydrostatických hladinoměrů obsahuje polovodičové čidlo reagující na deformaci, které je v kontaktu jak s tlakem kapaliny, tak pomocí vyztužené kapiláry uvnitř přírodního kabelu i s atmosférickým tlakem a vyhodnocuje jejich rozdíl.

Náměty na další aktivity: Sborník „Voda“ obsahuje pěkný demonstrační pokus dokazující závislost hydrostatického tlaku na hloubce pod hladinou („Hydrostatický tlak“). Na jeho základě můžeme dát žákům za úkol, aby přinesli vlastní důkazy této závislosti – formou pokusů, příkladů z praxe... Dále je ve sborníku námět na seznámení žáků s problematikou spojených nádob a hydrostatickým paradoxem. Spojených nádob mohou žáci využít jako libely a ověřovat vodorovnost různých linií ve škole a jejím okolí. Téma hydrostatického tlaku opět umožňuje propojení učiva různých předmětů: fungování rtuťového tonometru, tlak krve v různých částech těla, vznik křečových žil, život na dně moře, hloubkové potápění, dobývání vraků lodí, nejhlubší místa na světě, Jules Verne a jeho představy o potápění apod.

⁴ Pro atmosférický tlak žádná obdobná relace neplatí: nelze totiž stanovit „hloubku pod hladinou“ a hustota vzduchu je velmi proměnlivá v závislosti na nadmořské výšce a teplotě. Atmosférický tlak je proto nutné měřit přímo, což lze snadno provést pomocí barometrů různých typů (viz Pracovní listy pro učitele na téma „Vzduch“)

⁵ Kromě hydrostatických hladinoměrů existují i snímače hladiny založené na zcela jiných principech: elektrodové, magnetické, ultrazvukové aj.

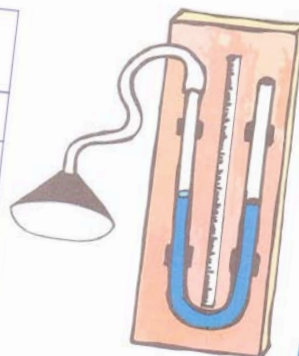
Hydrostatický tlak

Vášim úkolem bude proměřit, jak se mění hydrostatický tlak s hloubkou ponoření. Změny tlaku vám pomůže indikovat kapalinový manometr, který je spojen hadičkou se snadno deformovatelnou plechovkou.

1 HYDROSTATICKÝ TLAK

Ponořte trychtýř, připevněný k dřevěné tyči, do různých hloubek. Měřte rozdíl hladin v U-trubici, která je hadičkou spojena s trychtýřem. (Rozdíl hladin vypovídá o hydrostatickém tlaku.)

Hloubka/cm	Rozdíl hladin manometru/cm
20	13
30	24
40	32
50	41
60	48



? Jak se mění hydrostatický tlak při klesání do větší hloubky?

Zvětšují se.

? Představte si, že by byla ve válci slaná voda. Jak by přítomnost slané vody ovlivnila naměřené hodnoty tlaku.

Hodnoty by byly vyšší!



Oddechové pokusy



Učivo: tlak v klidných tekutinách (hydrostatický tlak, tlak vzduchu); Archimédův zákon, chování těles v klidných tekutinách.

Cíl: Žáci upevní své znalosti tím, že je využijí k řešení problémových úloh.

Řešení: Při stisknutí láhve je vzduchová bublina v kapátku menší. Objem potápěče se tak zmenšil a zmenšila se proto také vztlaková síla. Jiné správné vysvětlení: při stisknutí láhve proniklo do kapátka více vody. Zvětšila se tak hmotnost potápěče, a tedy i gravitační (tíhová) síla, která jej táhne dolů.⁶

Obě „vodní čočky“ se chovají zcela totožně, tj. vytvářejí převrácený obraz zprávy. Jedna ze zpráv je však složena se samých písmen souměrných podle vodorovné osy – její převrácený obraz proto vypadá stejně, jako kdyby převrácen nebyl.

K nafouknutí balónku stačí zvednout druhou láhev tak, aby tamní hladina vody byla výš než hladina vody v první láhvi. Tlaky vody v láhvích pak nebudou vyrovnány a výsledná hydrostatická síla (rovná tíze rozdílového sloupce vody) bude tlačit na vzduch.

Komentář: viz sborník „Voda“.

Náměty na další aktivity: viz sborník „Voda“.

Oddechové pokusy

V následující úloze vás čeká trojice pokusů, které jsou jednoduché a rychlé na provedení. Dokážete však také odhalit, jak k pozorovanému jevu dochází? Pomůže vám nejen fyzika, ale i selský rozum.

1 KARTEZIÁNSKÝ POTÁPĚČ

Pevným stisknutím láhve donutíte potápěče, aby se ponořil. Když povolíte, potápěč stoupá zpět nahoru. Pozorujte a zakreslete hladinu vody uvnitř kapátka před stisknutím a při stisknutí láhve.

? Vysvětlete, proč se potápěč při stisknutí láhve ponoří:

n. Načtením vody do kapátka se zvětší jeho průměrná hustota a proto klesá ke dnu.

2 TAJNÉ PÍSMO

Zkuste rozluštit záhadu s tajným písmem. Proč jedna vodní čočka zprávu převrací, zatímco druhá nikoliv?

obě vodní čočky převrací stejně, některá písma jsou však osouměrná a převrácením se nemění (např. H₂O...)

3 NAFOUKNUTÍ BALÓNKU

Jak nafouknout balónek připevněný na první láhvi? Smíte libovolně pohybovat druhou láhvi, ale nic jiného!

? Co musíte udělat, aby se balónek nafoukl? Vysvětlete jeho nafouknutí.

zvednout druhou láhev, d. by vyšší hladina vody přešla do 1. láhve a vzduch je vytláčen do balónku.

? Jak naopak vtačíte balónek do láhve?

zvedneme láhev s balónkem

VODA

⁶ Záleží na tom, chápeme-li jako potápěče jen kapátko se vzduchem (pak je správné první vysvětlení), nebo kapátko včetně všeho, co je uvnitř, tj. vzduchu i vody (pak je správné druhé vysvětlení).