

## Úvodní list

<b>Předmět:</b>	Fyzika
<b>Cílová skupina:</b>	II. stupeň ZŠ (7.-9. třída) a odpovídající nižší ročníky víceletých gymnázií
<b>Délka trvání:</b>	45 minut (s možností dalšího rozšíření o 45 minut)
<b>Název hodiny:</b>	Hustota - podle vzoru Heureka. Aneb jak stanovil hustotu zlata slavný Archimédes
<b>Výukový celek:</b>	Vlastnosti látek
<b>Vzdělávací oblast v RVP:</b>	Člověk a příroda
<b>Průřezová témata:</b>	<p><i>Multikulturní výchova</i> – práce ve dvojicích i ve skupinách pomáhá při začleňování žáků minoritních skupin do majoritní společnosti, rozvoj empatie a tolerance k jiným etnikům.</p> <p><i>Výchova demokratického občana</i> – rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, výsledky pozorování, schopnost argumentace a obhajoba vlastního názoru.</p> <p><i>Osobnostní a sociální výchova</i> – rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách.</p> <p><i>Enviromentální výchova</i> – rozvoj ekologického myšlení. Žák si uvědomuje dopad lidské činnosti na životní prostředí (výroba elektrické energie- obnovitelné zdroje)</p>
<b>Mezipředmětové vztahy:</b>	Fyzika, Chemie
<b>Výukové metody:</b>	Výklad přednáškou, učitelský experiment, samostatná práce, žákovský experiment, heuristický rozhovor, práce s textem a obrazem, diskuse, rozhovor
<b>Organizační formy výuky:</b>	Frontální, skupinová, párová, individuální
<b>Vstupní předpoklady:</b>	Žák ví, co je hustota, umí vypočítat objemy pravidelných těles (krychle, válec, hranol), umí změřit rozměry pravidelných těles posuvným měřítkem (šuplera), umí vážit na digitálních laboratorních vahách.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Očekávané výstupy:** Žák vypočítá hustotu zadaných látek z naměřených hodnot a porovná s hodnotami tabulkovými, umí změřit hustotu kapaliny hustoměrem a pyknometricky, porovná mezi sebou látky dle jejich hustot
- Výukové cíle:** Žák si osvojí smysl pojmu hustota látky a význam vzorce  $\rho = m/V$ , dovede vypočítat hustotu pravidelného tuhého tělesa z objemu a hmotnosti dané látky, dovede změřit hustotu kapaliny hustoměrem a pyknometrem.

**Klíčové kompetence:** **Kompetence k učení**

**Žák -**

- vybírá a využívá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie, plánuje, organizuje a řídí vlastní učení, projevuje ochotu věnovat se dalšímu studiu a celoživotnímu učení
- vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě
- operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, uvádí věci do souvislostí, propojuje do širších celků poznatky z různých vzdělávacích oblastí a na základě toho si vytváří komplexnější pohled na matematické a přírodní jevy
- samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti
- poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, posoudí vlastní pokrok a určí překážky či problémy bránící učení

**Kompetence k řešení problémů**

**Žák -**

- rozpozná a pochopí problém, přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností
- samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy
- ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### zdolávání problémů

- kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí

### Kompetence sociální a personální

#### Žák -

- účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce
- přispívá k diskuzi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají

### Kompetence komunikativní

#### Žák -

- formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřuje se výstižně a souvisle
- naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuze, obhajuje svůj názor a vhodně argumentuje
- rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů, a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění
- využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi

### Kompetence občanské

#### Žák -

- chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí
- rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti

### Kompetence pracovní



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Žák -

- používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky
- využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost, činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání a profesním zaměření

### Formy a prostředky hodnocení

Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, písemné hodnocení (úkolů v pracovním listu a závěrečného testu), sebehodnocení žáka, zpětná vazba.

### Kritéria hodnocení:

Splnění stanovených cílů. Spolupráce ve dvojici, týmu, Komunikativní a prezentační dovednosti žáka.

### Pomůcky:

Školní tabule, fixy, data projektor s PC, psací potřeby, sešit, pracovní listy a pomůcky potřebné k realizaci úlohy, které jsou popsány v části pracovní list

**Časový a obsahový plán výukového celku (1 x 45 min, \*\*\*s možností dalšího rozšíření o 45 minut.)**
**Název hodiny: Hustota - podle vzoru Heureka. Aneb jak stanovil hustotu zlata slavný Archimédes**

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky	Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody			
3	Úvod	Sdělení cíle hodiny a učiva	Vyjádření k cíli	Frontální individuální Diskuse	Zpětná vazba		Otázky na porozumění tématu
***12 (+ 10 na rozšířenou hodinu)	Hustota- smysl pojmu, výpočet, její stanovení pro pevné a kapalné látky, převod jednotek, měření posuvným ěřítkem, vážení na analytických vahách.	Prezentace, ve které učitel seznámí žáky s tématem, učitel během výkladu	Poslech učitelovy prezentace, rozhovor s učitelem, diskuse mezi s sebou	Frontální, individuální Přednáška Diskuse	Slovní hodnocení	Prezentace učitele (ústně s výkladem a tabulí či prezentace Power point)	Otázky na zkušenosti žáků s daným tématem
***20 (+ 20 na rozšířenou hodinu)	Samostatná práce	Kontroluje žáky při plnění úkolů, pokud mají problém/dotaz, vysvětlí a pomůže	Vypracovávají zadané úkoly	Individuální, párová Diskuse Samostatná práce žáků Heuristická metoda výuky	Slovní hodnocení	Žáci pracují s pomůckami sami nebo ve dvojicích	Otázky na porozumění tématu
5	Shrnutí učiva	Hodnotí hodinu	Vyjadřují se k probranému tématu	Frontální Individuální Diskuse	Zpětná vazba		
***5 (+ 15 na rozšíře hodinu)	Závěrečná kontrola znalostí žáků - křížovka (+ příklady na procvičení tématu)	Kontroluje žáky při vyplnění závěrečného testu shrnujícího probrané téma	Vypracovávají úkoly v testu	Frontální Individuální Samostatná práce žáků	Písemné hodnocení úkolů v testu učitelem	Test k vyplnění	Žáci se výsledky testu dozvědí o následující hodině



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Pracovní list pro pedagoga

**Název: Hustota - podle vzoru Heureka. Aneb jak stanovil hustotu zlata slavný Archimédes**

a) Úkol

Seznámit se s pojmem hustota a naučit se stanovit hustotu pevných látek a kapalin několika metodami.

---

**Poznámka** - info pro pedagoga vedoucího hodinu: pracovní list je navržen na větší časový rozsah. V případě dotace 45 minut doporučujeme pedagogovi žáky rozdělit do skupina každá řeší jen určité úlohy. Na řešení všech úloh je zapotřebí podstatně více času. List jsme vytvořili s více úlohami se záměrem poskytnout pedagogovi pestrý materiál k více hodinám.

---

b) Výklad

Tělesa zhotovená z různých látek a zaujímající stejný prostor (objem) mají podle svého látkového složení rozdílnou hmotnost. Proto definujeme hustotu  $\rho$  **homogenního tělesa** jako podíl jeho hmotnosti a objemu  $\rho = m/V$

V případě **nehomogenního tělesa** vyjadřuje definice hodnotu *průměrné hustoty*.

**Hustota je vlastností dané látky**, proto se látky navzájem liší svou hustotou. *Hustota závisí na teplotě a tlaku a udává se nejčastěji v  $[g \cdot cm^{-3}]$ ,  $[kg \cdot m^{-3}]$ .*

Hustota je veličina, která nám udává, jak moc jsou na sebe atomy a molekuly „natlačeny“. Čím blíže jsou u sebe, tím je struktura hustší a tím větší hmotnost bude mít daný objem látky (nebo lze říct, že tělesa o stejné hmotnosti mají rozdílné objemy)

*Toulky historií.....*

Již ve starém Egyptě se měřily hmotnosti těles, jejichž objem šel snadno vypočítat (kvádry, krychle, jehlany,...)

První výpočet hustoty tělesa o neznámém objemu – staré Řecko: Archimédes ze Syrakus. Podle legendy si král Hierón II. nechal zhotovit korunu ze zlata, ale podezřívá zlatníka, že jej podvedl a místo pravého zlata použil levnější slitinu (samozřejmě si nechal proplatit pouze zlato). Proto král požádal Archiméda, aby zjistil, zda je koruna opravdu ze zlata, či nikoli. Archimédes se rozhodl nad problémem rozjímat v lázních, ale otrok naplnil jeho kád' s vodou až po okraj, tedy když do ní Archimédes vešel, voda přetekla. Po chvíli



evropský  
sociální  
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

uvažování přišel na to, že existuje vztah mezi objemem vytlačené kapaliny a objemu jeho těla a že kdyby do kádě vlezl někdo jiný, vytlačil by jiný objem vody. Rozradostněn tímto poznáním vylezl z kádě a nahý se rozběhl po ulicích Syrakus a křičel ono slavné „Heuréka!“ (Nalezl jsem). Vzal tedy kvádřík zlata, které by odpovídalo množství údajně spotřebovaného pro korunu, naplnil nádobu vodou až po okraj a ponořil do ní kvádřík. Následně vzal korunu a proces zopakoval (nemusel ani vodu doplnit), voda po ponoření koruny nevystoupala do výše okraje, z čehož Archimédes vypočítal (už tehdy věděli, jakou hustotu zlato má a že se falšuje lehčími kovy), že koruna nemůže být z pravého zlata, ale ze slitiny. Nepoctivého zlatníka samozřejmě král potrestal dle tehdejších zvyklostí.

Později bylo Archimédovo zařízení zdokonaleno a dostalo název „Nádoba Eureka“

Dnes existuje mnoho způsobů jak určit hustotu kapalin či pevných látek, od jednoduchých výpočtů (pro tělesa o známé hmotnosti a známých rozměrech), tak i pomocí hustoměřů (skleněné nádoby kalibrované pro určitý rozsah hustot pomocí kovových závaží), pomocí pyknometrů (skleněné nádobky s přesně stanoveným objemem, které se naplní měřenou kapalinou a zváží), nebo i postaru Archimédovou metodou.

### Vážková metoda stanovení **hustoty kapalin**

Nejpřesněji stanovíme hustotu kapalin tak, že zjistíme hmotnost kapaliny, která zaujímá známý objem vhodné nádoby - pyknometru. Objem pyknometru bývá kalibrován pro určitou teplotu, nejčastěji pro 20°C. U cejchovaných pyknometrů se můžeme spolehnout na správnost údaje objemu, který je na něm vyleptán, pracujeme-li při teplotě cejchování.



### Vztlaková metoda stanovení **hustoty kapalin**

Na principu Archimédova zákona jsou založeny hustoměry (areometry). Jsou to trubková plováková tělesa zhotovená ze skla. Spodní konec hustoměru obsahuje zátěž. Jsou určeny pro rychlé stanovení hustoty měřených kapalin, kterou udává stupnice podle hloubky ponoru. Hustoměr se ponoří do kapaliny natolik, až se tíha



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

kapaliny vytlačené jeho ponořenou částí vyrovná jeho vlastní tíže. Hustoměr se do kapaliny o menší hustotě ponoří hlouběji a do kapaliny o větší hustotě méně hluboko.

Podle požadované přesnosti se hustoměry pro všeobecné účely rozdělují do tří skupin :

- 1. Laboratorní hustoměry** - podléhají úřednímu ověření a slouží pro přesná analytická měření
- 2. Provozní hustoměry**- jsou určeny pro provozní měření a ke kontrolám v běžném technickém provozu.
- 3. Orientační hustoměry** - jsou určeny k hrubému orientačnímu měření.

Stanovení hustoty kapalin hustoměrem je velmi jednoduché , ale je zapotřebí větší množství kapaliny (válec ). Nádobu volíme podle délky hustoměru. Při odečítání musí hustoměr volně plavat, nesmí se dotýkat dna ani stěn válce. Při odečítání má být oko přibližně v rovině hladiny. Přesnost měření je závislá na teplotě a na povrchovém napětí kapaliny.

**Pevná pravidelná tělesa** - hustotu stanovujeme na základě zvážené hmotnosti a vypočteného objemu (z naměřených rozměrů tělesa)

**Pevná nepravidelná tělesa** - hustotu stanovujeme na základě zvážené hmotnosti a zjištěného objemu tělesa (Archimédův zákon, kdy těleso vytlačí objem kapaliny ve válci a ten je roven objemu ponořeného tělesa).



**Pamatujte !!!!! Jeden z 66 paradoxů vody je její hustota:**

**U běžných látek hustota s poklesem teploty roste**, u vody však toto pravidlo platí jen zčásti, až do 4 °C ( přesněji 3,95 °C ), kdy má voda největší hustotu a nejmenší objem. Dalším ochlazováním se její objem opět zvětšuje, což má za následek celou řadu závažných důsledků. Díky tomu voda mrzne nejprve na povrchu, led se tak udržuje na hladině a kapalná voda se hromadí na dně. To je velice důležité pro přežití vodních organismů. (více viz zdroj: [http://technet.idnes.cz/voda-ma-66-anomalii-vedci-zacali-odhalovat-jejich-priciny-pjn-tec\\_tecnika.aspx?c=A090911\\_135558\\_tec\\_tecnika\\_mbo](http://technet.idnes.cz/voda-ma-66-anomalii-vedci-zacali-odhalovat-jejich-priciny-pjn-tec_tecnika.aspx?c=A090911_135558_tec_tecnika_mbo))

Obrázky níže ukazují, že led ( s teplotou nižší než 4 °C) má větší objem než voda a tak jeho hustota je menší než hustota vody (máme stále stejnou hmotnost vody). Proto led na vodě tedy částečně plave (a kostky ledu ve whisky též ☺).



*obr. vlevo- voda obarvená potravní barvivem (teplota místnosti)*

*obr. vpravo - led, který z vody v nádobce vznikl po 4 hodinách, kdy nádobka stála v mrazáku, opouští nádobku...*







evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### c) Pracovní postup

#### Pomůcky:

Sada válečků, krychlí, destiček z různých materiálů, váhy, posuvné měřítko (šuplera), odměrný válec, kádinka, nálevka, pipeta, sada hustoměrů a válec na stanovení hustoty, pyknometr 25 ml, papírové utěrky, podnos. Kapaliny pro stanovení hustoty: aceton, etanol, glycerin, voda, olej.

Bezpečnostní pomůcky: brýle, rukavice.

Psací potřeby, kalkulačka, jednoduchá tabulka hustot různých materiálů - umístěna na konci tohoto pracovního listu.



Dle níže uvedeného pracovního postupu zpracujte uvedené úlohy a vyřešte úkoly.

### d) Zpracování pokusu

#### I. Hustota pevných pravidelných těles

Stále platí totéž a to, že hustota je poměr hmotnosti tělesa (látky) a jeho (jejího) objemu.

$$\rho = m/V$$





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 1. Destičky

Zjistěte hustotu předložených destiček za pomoci dostupných pomůcek (váhy, posuvné měřítko-šuplera) a určete, z jakého jsou vyrobeny materiálu:

Číslo	a (cm)	b(cm)	c(cm)	m/ g	V/ $\text{cm}^{-3}$	$\rho$ / $\text{g.cm}^{-3}$	$\rho$ / $\text{kg.m}^{-3}$	*** <i>tabulková</i> $\rho$ / $\text{kg.m}^{-3}$	Materiál
1									
2									
3									
4									
5									

#### Postup řešení:

**Popiš svůj pracovní postup**



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2. Válečky

(průměr  $d=10\text{ mm}$ )

Zjistěte hustotu válečků za pomoci dostupných pomůcek (váhy, posuvné měřítko-šuplera):

Materiál	m/ g	h/cm	V/cm <sup>-3</sup>	$\rho/ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	*** <i>tabulková</i> $\rho/ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Al					
Cu					
Fe					
Pb					
Mosaz					
Sn					

### Postup řešení:

Popiš svůj pracovní postup

### 3. Krychle - hrana krychle = 10 mm

Zjistěte hustotu 6 různých krychliček:

materiál	m (g)	$\rho / \text{g.cm}^{-3}$	$\rho / \text{kg.m}^{-3}$	***tabulková $\rho / \text{kg.m}^{-3}$
Al				
Cu				
Fe				
Pb				
Zn				
Dřevo				



#### Postup řešení:

Popiš svůj pracovní postup



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## II. Hustota pevných nepravidelných těles

Opět, dokola, hustota je poměr hmotnosti tělesa (látky) a jeho(jejího) objemu.

$$\rho = m/V$$

Hmotnost zjistíme vážením. Ale co s objemem?

Objekt má nepravidelné rozměry (např. kámen, ovoce, zelenina), jak tedy vypočítat objem takového "bramboroidu, který není ani koulí, ani válcem apod.

Jeho objem zjistíme odměřením (systém nádoby Eureka). Do odměrného válce nalijeme vodu a odečteme hladinu. Po ponoření tělesa odečteme novou hodnotu hladiny a vypočteme objem vody vytlačené tělesem (platí Archimedův zákon). Dosadíme do vzorce pro hustotu a je hotovo. takovéto stanovení je ale dosti orientační, závisí s jakou přesností odečítáte objem.

### **Námět na úlohu:**

Pohrajte si s různými kameny, které naleznete v přírodě a takto stanovte jejich hustotu, z literatury či tabulek hustot (zdrojem může být internet či kniha např. V. Bouška, J. Kouřimský: *Atlas drahých kamenů*, SPN, 1979) zjistíte o jaký kámen (nerost, hornina) se jedná ( křemen, sádrovec, vápenec, znělec, hematit, žila, mramor aj.)

## III. Hustota kapalin





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Stanovení hustoty kapalin hustoměrem

Kapalina	$\rho$ g.cm <sup>-3</sup>	***tabulková $\rho$ / kg.m <sup>-3</sup>
aceton		
etanol, denaturovaný		
glycerín		
voda		
olej řepkový		

### Postup řešení:

Popiš svůj pracovní postup





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Stanovení hustoty pyknometricky

Pracujeme s pyknometrem o objemu  $V = 25 \text{ ml}$

kapalina	$m_p \text{ (g)}$	$m_{p+k} \text{ (g)}$	$m_k \text{ (g)}$	$\rho / \text{g.cm}^{-3}$	***tabulková $\rho / \text{kg.m}^{-3}$
aceton					
denaturovaný etanol					
glycerín					
voda					
olej řepkový					



### Postup řešení:

Popiš svůj pracovní postup



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**\*\*\*Tabulkové hodnoty hustot některých látek**

(zdroj: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky....*,  
nakladatelství Fragment)

Látka	$\rho_{20}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	Látka	$\rho_{20}$ (kg.m <sup>-3</sup> )
Aceton	790	Osmium	22 610
Aerogel	1 – 2	Papír	700 - 1100
Benzín	690,0	Polystyren (lehčený)	20
Cín	7310	Polystyren (technický)	1 040
Cukr (Sacharosa)	1 600	propan-1,2,3-triol	1 260
Člověk (lidské tělo)	945 – 1025	PVC	1 370
Dural	2 800	Ropa	730 – 1 050
Ethanol (líh)	790	Rtuť	13 534
Glycerol(glycerín)	1260	Stříbro	10 490
Hliník	2700	Sůl kuchyňská	2 160
Korek	480 – 520	Tuk lidský	940
Kůže lidská	850 – 1000	Voda destilovaná	998
Měď	8 960	Voda mořská	1 025
Mléko	1 030	Vzduch	1,3
Mosaz	8 400-8750	Země	5 150
Nerezová ocel	7 500 – 8 000	Zlato	19 320
Olovo	11340	Železo	7 860
Olej (řepkový)	960	Žel. ruda - hematit	5250
Dřevo	600	Jaspis (Chalcedon)	2600





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

#### d) Závěr

Všechny výše uvedené pokusy měly za úkol jediné - dostat žákovi do hlavy (na celý život) jak se měří/počítá hustota a co znamená (v praxi). Snad se nám to podařilo. No a na opravdový závěr - pár, slovy 2, námětů na zpestření právě probraného tématu hustota, aneb pohrajte si:

#### **Princip lávové lampy:**

Lávová lampa je uzavřený systém olej – vosk. Na dně nádoby je žárovka, která ohřívá vosk i olej. Vosk se ohřeje snadněji, jeho hustota se zmenší a on vyplave na hladinu, kde se rychle ochladí. Ochlazením se mu zvýší hustota, teda opět začne klesat ke dnu, směrem k žárovce.

Domácí lávovou lampu si lze udělat velice snadno. Do lahve se dá obarvená voda, nad ní se nalije dostatečné množství stolního oleje a následně se vhodí jakákoli šumivá tableta (Stačí i soda na pečení). Vznikající plyn unáší s sebou kapalinu, ta ale po vysycení plynu opět ztěžkne (zvýší se jí hustota) a klesá ke dnu, čímž vzniká právě efekt lávové lampy.

#### **Vyrobte si vlastní hustoměry**

pomocí brčka a plastelíny a určete jimi hustoty líhu, vody a octa, a roztoků (koncentrace 5, 10, 15%) soli či cukru.

#### **Další informace k tématu hustota a její měření:**

Naučně-populární literatura:

- Velká encyklopedie vědy, naklad. Fragment, ISBN 978-80-7200-809-4
- Seminář a praktikum z chemie (pro 2.stupeň základní školy), nakl. SPN a.s. ISBN 80-7235-160-5.

Učebnice fyziky:

- Fyzika pro 6. ročník základní školy, Prometheus, Praha 2001 Fyzika pro 6. ročník základní školy, SPN, Praha 1983
- M. Rojko a kol., Fyzika kolem nás I. a II, Scientia, Praha 1996
- Matematické, fyzikální a chemické tabulky, nakl. Fragment, ISBN 978-80-235-1227-8



---

Zdroj všech použitých obrázků a fotografií: archiv autora



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Pracovní list pro pedagoga

### Název: Hustota - podle vzoru Heureka. Aneb jak stanovil hustotu zlata slavný Archimédes

#### a) Úkol

Seznámit se s pojmem hustota a naučit se stanovit hustotu pevných látek a kapalin několika metodami.

---

**Poznámka** - info pro pedagoga vedoucího hodinu: pracovní list je navržen na větší časový rozsah. V případě dotace 45 minut doporučujeme pedagogovi žáky rozdělit do skupina každá řeší jen určité úlohy. Na řešení všech úloh je zapotřebí podstatně více času. List jsme vytvořili s více úlohami se záměrem poskytnout pedagogovi pestrý materiál k více hodinám.

---

#### b) Výklad

Tělesa zhotovená z různých látek a zaujímající stejný prostor (objem) mají podle svého látkového složení rozdílnou hmotnost. Proto definujeme hustotu  $\rho$ .

**homogenního tělesa** jako podíl jeho hmotnosti a objemu  $\rho = m/V$

V případě **nehomogenního tělesa** vyjadřuje definice hodnotu *průměrné hustoty*.

**Hustota je vlastností dané látky**, proto se látky navzájem liší svou hustotou. *Hustota závisí na teplotě a tlaku a udává se nejčastěji v  $[g \cdot cm^{-3}]$ ,  $[kg \cdot m^{-3}]$ .*

Hustota je veličina, která nám udává, jak moc jsou na sebe atomy a molekuly „natlačeny“. Čím blíže jsou u sebe, tím je struktura hustší a tím větší hmotnost bude mít daný objem látky (nebo lze říct, že tělesa o stejné hmotnosti mají rozdílné objemy)

#### Toulky historií.....

Již ve starém Egyptě se měřily hmotnosti těles, jejichž objem šel snadno vypočítat (kvádry, krychle, jehlany,...)

První výpočet hustoty tělesa o neznámém objemu – staré Řecko: Archimédes ze Syrakus. Podle legendy si král Hierón II. nechal zhotovit korunu ze zlata, ale podezřívá zlatníka, že jej podvedl a místo pravého zlata použil levnější slitinu (samozřejmě si nechal proplatit pouze zlato). Proto král požádal Archiméda, aby zjistil, zda je koruna opravdu ze zlata, či nikoli. Archimédes se rozhodl nad problémem rozjímat v lázních, ale otrok naplnil jeho kád' s vodou



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

až po okraj, tedy když do ní Archimédes vešel, voda přetekla. Po chvíli uvažování přišel na to, že existuje vztah mezi objemem vytlačené kapaliny a objemem jeho těla a že kdyby do kádě vlezl někdo jiný, vytlačil by jiný objem vody. Rozradostněn tímto poznáním vylezl z kádě a nahý se rozběhl po ulicích Syrakus a křičel ono slavné „Heuréka!“ (Nalezl jsem). Vzal tedy kvádřík zlata, které by odpovídalo množství údajně spotřebovaného pro korunu, naplnil nádobu vodou až po okraj a ponořil do ní kvádřík. Následně vzal korunu a proces zopakoval (nemusel ani vodu doplnit), voda po ponoření koruny nevystoupala do výše okraje, z čehož Archimédes vypočítal (už tehdy věděli, jakou hustotu zlato má a že se falšuje lehčími kovy), že koruna nemůže být z pravého zlata, ale ze slitiny. Nepoctivého zlatníka samozřejmě král potrestal dle tehdejších zvyklostí.

Později bylo Archimédovo zařízení zdokonaleno a dostalo název „Nádoba Eureka“

Dnes existuje mnoho způsobů jak určit hustotu kapalin či pevných látek, od jednoduchých výpočtů (pro tělesa o známé hmotnosti a známých rozměrech), tak i pomocí hustoměrů (skleněné nádoby kalibrované pro určitý rozsah hustot pomocí kovových závaží), pomocí pyknometrů (skleněné nádobky s přesně stanoveným objemem, které se naplní měřenou kapalinou a zváží), nebo i postaru Archimédovou metodou.

### **Vážková metoda stanovení hustoty kapalin**

Nejpřesněji stanovíme hustotu kapalin tak, že zjistíme hmotnost kapaliny, která zaujímá známý objem vhodné nádoby - pyknometru. Objem pyknometru bývá kalibrován pro určitou teplotu, nejčastěji pro 20°C. U cejchovaných pyknometrů se můžeme spolehnout na správnost údaje objemu, který je na něm vyleptán, pracujeme-li při teplotě cejchování.



### **Vztlaková metoda stanovení hustoty kapalin**

Na principu Archimédova zákona jsou založeny hustoměry (areometry). Jsou to trubková plováková tělesa zhotovená ze skla. Spodní konec hustoměru obsahuje zátež. Jsou určeny pro rychlé stanovení hustoty měřených kapalin, kterou udává stupnice podle hloubky ponoru. Hustoměr se ponoří do kapaliny natolik, až se tíha



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

kapaliny vytlačené jeho ponořenou částí vyrovná jeho vlastní tíže. Hustoměr se do kapaliny o menší hustotě ponoří hlouběji a do kapaliny o větší hustotě méně hluboko.

Podle požadované přesnosti se hustoměry pro všeobecné účely rozdělují do tří skupin :

1. **Laboratorní hustoměry** - podléhají úřednímu ověření a slouží pro přesná analytická měření
2. **Provozní hustoměry**- jsou určeny pro provozní měření a ke kontrolám v běžném technickém provozu.
3. **Orientační hustoměry** - jsou určeny k hrubému orientačnímu měření.

Stanovení hustoty kapalin hustoměrem je velmi jednoduché , ale je zapotřebí větší množství kapaliny (válec ). Nádobu volíme podle délky hustoměru. Při odečítání musí hustoměr volně plavat, nesmí se dotýkat dna ani stěn válce. Při odečítání má být oko přibližně v rovině hladiny. Přesnost měření je závislá na teplotě a na povrchovém napětí kapaliny.

**Pevná pravidelná tělesa** - hustotu stanovujeme na základě zvážené hmotnosti a vypočteného objemu (z naměřených rozměrů tělesa)

**Pevná nepravidelná tělesa** - hustotu stanovujeme na základě zvážené hmotnosti a zjištěného objemu tělesa (Archimédův zákon, kdy těleso vytlačí objem kapaliny ve válci a ten je roven objemu ponořeného tělesa).



**Pamatujte !!!!! Jeden z 66 paradoxů vody je její hustota:**

**U běžných látek hustota s poklesem teploty roste**, u vody však toto pravidlo platí jen zčásti, až do 4 °C ( přesněji 3,95 °C ), kdy má voda největší hustotu a nejmenší objem. Dalším ochlazováním se její objem opět zvětšuje, což má za následek celou řadu závažných důsledků. Díky tomu voda mrzne nejprve na povrchu, led se tak udržuje na hladině a kapalná voda se hromadí na dně. To je velice důležité pro přežití vodních organismů. (více viz zdroj: [http://technet.idnes.cz/voda-ma-66-anomalii-vedci-zacali-odhalovat-jejich-priciny-pjn-/tec\\_technika.aspx?c=A090911\\_135558\\_tec\\_technika\\_mbo](http://technet.idnes.cz/voda-ma-66-anomalii-vedci-zacali-odhalovat-jejich-priciny-pjn-/tec_technika.aspx?c=A090911_135558_tec_technika_mbo))

Obrázky níže ukazují, že led ( s teplotou nižší než 4 °C) má větší objem než voda a tak jeho hustota je menší než hustota vody (máme stále stejnou hmotnost vody). Proto led na vodě tedy částečně plave (a kostky ledu ve whisky též ☺).



*obr. vlevo- voda obarvená potravní barvivem (teplota místnosti)*

*obr. vpravo - led, který z vody v nádobce vznikl po 4 hodinách, kdy nádobka stála v mrazáku, opouští nádobku...*





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### c) Pracovní postup

#### Pomůcky:

Sada válečků, krychlí, destiček z různých materiálů, váhy, posuvné měřítko (šuplera), odměrný válec, kádinka, nálevka, pipeta, sada hustoměrů a válec na stanovení hustoty, pyknometr 25 ml, papírové utěrky, podnos. Kapaliny pro stanovení hustoty: aceton, etanol, glycerin, voda, olej.

Bezpečnostní pomůcky: brýle, rukavice.

Psací potřeby, kalkulačka, jednoduchá tabulka hustot různých materiálů - umístěna na konci tohoto pracovního listu.



Dle níže uvedeného pracovního postupu zpracujte uvedené úlohy a vyřešte úkoly.

### d) Zpracování pokusu

#### I. Hustota pevných pravidelných těles

Stále platí totéž a to, že hustota je poměr hmotnosti tělesa (látky) a jeho (jejího) objemu.

$$\rho = m/V$$





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 1. Destičky

Zjistěte hustotu předložených destiček za pomoci dostupných pomůcek (váhy, posuvné měřítko-šuplera) a určete, z jakého jsou vyrobeny materiálu:

Číslo	a (cm)	b(cm)	c(cm)	m/ g	V/ cm <sup>-3</sup>	ρ/ g.cm <sup>-3</sup>	ρ/ kg.m <sup>-3</sup>	***tabulková ρ/ kg.m <sup>-3</sup>	Materiál
1	7,92	8,00	0,10	17,07	6,34	2,69	2690	2800	dural
2	8,02	8,00	0,10	49,25	6,42	7,68	7680	7500-8000	nerez
3	8,00	8,01	0,10	57,67	6,41	9,00	9000	8960	měď
4	8,03	8,03	0,15	74,40	9,67	7,69	7690	7870	železo
5	8,08	8,03	0,15	82,57	9,73	8,48	8480	8400-8750	mosaz

### Postup řešení:

#### **Popiš svůj pracovní postup**

*Destička je kvádr o rozměrech a, b.c. Rozměry změříme šuplerou s přesností na 0,01 cm. Vypočteme objem kvádrů ( $V = a \cdot b \cdot c$ ) a zapíšeme do tabulky.*

*Destičky zvážíme a hodnoty v g zapíšeme do tabulky.*

*Vypočteme  $\rho = m/V$  ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) pro jednotlivé materiály a převedeme na  $\text{kg.m}^{-3}$ .*

*Porovnáme vypočtené hodnoty s tabulkovými, z tabulky odečteme, o jaký se jedná materiál.*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2. Válečky

(průměr  $d=10\text{ mm}$ )

Zjistěte hustotu válečků za pomoci dostupných pomůcek (váhy, posuvné měřítko-šuplera):

Materiál	m/ g	h/cm	V/cm <sup>-3</sup>	$\rho/ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	***tabulková $\rho/ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Al	15,11	7,24	5,68	2659	2700
Cu	15,28	2,27	1,78	8575	8960
Fe	15,30	2,56	2,01	7613	7860
Pb	15,31	1,75	1,37	11145	11340
Mosaz	15,16	2,36	1,85	8183	8400-8750
Sn	15,20	2,74	2,15	7067	7310

### Postup řešení:

#### Popiš svůj pracovní postup

Hmotnost  $m$  zjistíme vážením a zapíšeme do tabulky.

Objem vypočteme z naměřených rozměrů (jedná se o válec):

$V = S \cdot h = 3 \cdot 14 \cdot 1^2 \cdot h$  ..... změříme  $h$ ,

zapíšeme do tabulky a dosazujeme jej do vzorce pro  $V$ .

Vypočteme  $\rho = m/V$  ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) pro jednotlivé materiály a převedeme na  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Porovnáme s tabulkovými hodnotami pro hustotu materiálů, která se udává v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3. Krychle - hrana krychle = 10 mm

Zjistěte hustotu 6 různých krychliček:

materiál	m (g)	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$\rho / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	***tabulková $\rho / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Al	2,69	2,69	2690	2700
Cu	8,66	8,66	8660	8960
Fe	7,60	7,60	7600	7870
Pb	11,36	11,36	11360	11340
Zn	6,74	6,74	6740	7140
Dřevo	0,56	0,56	560	600



#### Postup řešení:

#### Popiš svůj pracovní postup

Jedná se o krychli,  $V$  vypočítáme:  $V = a \cdot a \cdot a = 1 \text{ cm}^3$

$m$  zjistíme vážením a zapíšeme do tabulky. Pro každý materiál vypočteme hodnotu hustoty dle definičního vzorce pro hustotu -  $\rho = m/V$  ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), převedeme na  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Porovnáme s tabulkovými hodnotami pro hustotu materiálů, která se udává v  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## II. Hustota pevných nepravidelných těles

Opět, dokola, hustota je poměr hmotnosti tělesa (látky) a jeho(jejího) objemu.

$$\rho = m/V$$

Hmotnost zjistíme vážením. Ale co s objemem?

Objekt má nepravidelné rozměry (např. kámen, ovoce, zelenina), jak tedy vypočítat objem takového "bramboroidu, který není ani koulí, ani válcem apod.

Jeho objem zjistíme odměřením (systém nádoby Eureka). Do odměrného válce nalijeme vodu a odečteme hladinu. Po ponoření tělesa odečteme novou hodnotu hladiny a vypočteme objem vody vytlačené tělesem (platí Archimedův zákon). Dosadíme do vzorce pro hustotu a je hotovo. takovéto stanovení je ale dosti orientační, závisí s jakou přesností odečítáte objem.

### **Námět na úlohu:**

Pohrajte si s různými kameny, které naleznete v přírodě a takto stanovte jejich hustotu, z literatury či tabulek hustot (zdrojem může být internet či kniha např. V. Bouška, J. Kouřimský: *Atlas drahých kamenů*, SPN, 1979) zjistíte o jaký kámen (nerost, hornina) se jedná ( křemen, sádrovec, vápenec, zrnec, hematit, žila, mramor aj.)

## III. Hustota kapalin





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 1. Stanovení hustoty kapalin hustoměrem

Kapalina	$\rho$ g.cm <sup>-3</sup>	***tabulková $\rho$ / kg.m <sup>-3</sup>
aceton	810	792
etanol, denaturovaný	820	789
glycerín	1280	1260
voda	1000	998
olej řepkový	920	920



### Postup řešení:

#### Popiš svůj pracovní postup

Pracujeme s různými hustoměry pro různé rozsahy.

Do válce nalijeme kapalinu, opatrně ponoříme hustoměr a odečteme hustotu na stupnici (hladina nesmí být mimo stupnici, stane-li se tak, musíme vzít jiný hustoměr- neboť máme kapalinu s vyšší či nižší hustotou, než jakou měří daný hustoměr). Dbáme na to, aby se hustoměr při ponoření nedotýkal ani dna a ni stěn.

Porovnáme s tabulkovou hodnotou hustoty.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2. Stanovení hustoty pyknometricky

Pracujeme s pyknometrem o objemu  $V = 25 \text{ ml}$

kapalina	$m_p$ (g)	$m_{p+k}$ (g)	$m_k$ (g)	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	***tabulková $\rho / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
aceton	18,04	38,25	20,21	0,808	792
denaturovaný etanol	17,95	38,63	20,68	0,827	789
glycerín	18,02	50,33	32,31	1,292	1260
voda	17,95	43,58	25,63	1,025	998
olej řepkový	18,08	41,44	23,36	0,934	920



### Postup řešení:

#### Popiš svůj pracovní postup

Zvážíme pyknometr. Hodnotu hmotnosti zapíšeme do tabulky. Naplníme jej kapalinou, uzavřeme zátkou a otřeme přebytečnou kapalinu- vytekla kapilárou. Dokonale osušíme. Zvážíme pyknometr s kapalinou, zapíšeme do tabulky. Vypočteme hmotnost kapaliny jako rozdíl naměřených hmotností:  $m_k = m_{p+k} - m_p$

Objem pyknometru  $V$  známe (číslo je na něm vyryto).

Vypočteme hustotu kapaliny podle definičního vzorce pro hustotu -  $\rho = m/V$  ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

Porovnáme s tabulkovou hodnotou hustoty.

Po měření kapalinu z pyknometru vylijeme, vypláchneme jej a vysušíme (např. alkoholem) Je připraven pro další měření.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**\*\*\*Tabulkové hodnoty hustot některých látek**

(zdroj: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky...., nakladatelství Fragment*)

Látka	$\rho_{20}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	Látka	$\rho_{20}$ (kg.m <sup>-3</sup> )
Aceton	790	Osmium	22 610
Aerogel	1 – 2	Papír	700 - 1100
Benzín	690,0	Polystyren (lehčený)	20
Cín	7310	Polystyren (technický)	1 040
Cukr (Sacharosa)	1 600	propan-1,2,3-triol	1 260
Člověk (lidské tělo)	945 – 1025	PVC	1 370
Dural	2 800	Ropa	730 – 1 050
Ethanol (líh)	790	Rtuť	13 534
Glycerol(glycerín)	1260	Stříbro	10 490
Hliník	2700	Sůl kuchyňská	2 160
Korek	480 – 520	Tuk lidský	940
Kůže lidská	850 – 1000	Voda destilovaná	998
Měď	8 960	Voda mořská	1 025
Mléko	1 030	Vzduch	1,3
Mosaz	8 400-8750	Země	5 150
Nerezová ocel	7 500 – 8 000	Zlato	19 320
Olovo	11340	Železo	7 860
Olej (řepkový)	960	Žel. ruda - hematit	5250
Dřevo	600	Jaspis (Chalcedon)	2600



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

#### d) Závěr

Všechny výše uvedené pokusy měly za úkol jediné - dostat žákovi do hlavy (na celý život) jak se měří/počítá hustota a co znamená (v praxi). Snad se nám to podařilo. No a na opravdový závěr - pár, slovy 2, námětů na zpestření právě probraného tématu hustota, aneb pohrajte si, jako děti na fotografii- kroužek Věda není nuda organizovaný vědci ÚFCH JH (<http://www.jh-inst.cas.cz/3nastroje/detail.php?p=26>).

#### Princip lávové lampy

Lávová lampa je uzavřený systém olej – vosk. Na dně nádoby je žárovka, která ohřívá vosk i olej. Vosk se ohřeje snadněji, jeho hustota se zmenší a on vyplave na hladinu, kde se rychle ochladí. Ochlazením se mu zvýší hustota, teda opět začne klesat ke dnu, směrem k žárovce.

Domácí lávovou lampu si lze udělat velice snadno. Do lahve se dá obarvená voda, nad ní se nalije dostatečné množství stolního oleje a následně se vhodí jakákoli šumivá tableta (Stačí i soda na pečení). Vznikající plyn unáší s sebou kapalinu, ta ale po vysycení plynu opět ztěžkne (zvýší se jí hustota) a klesá ke dnu, čímž vzniká právě efekt lávové lampy.

#### Vyrobte si vlastní hustoměry

pomocí brčka a plastelíny a určete jimi hustoty lihu, vody a octa, a roztoků (koncentrace 5,10,15%) soli či cukru.

#### Další informace k tématu hustota a její měření:

Naučně-populární literatura:

- Velká encyklopedie vědy, naklad. Fragment, ISBN 978-80-7200-809-4
- Seminář a praktikum z chemie (pro 2.stupeň základní školy), nakl. SPN a.s.ISBN 80-7235-160-5.

Učebnice fyziky:

- Fyzika pro 6. ročník základní školy, Prometheus, Praha 2001 Fyzika pro 6. ročník základní školy, SPN, Praha 1983
- M. Rojko a kol., Fyzika kolem nás I. a II, Scientia, Praha 1996
- Matematické, fyzikální a chemické tabulky, nakl. Frangment, ISBN 978-80-235-1227-8

---

Zdroj všech použitých obrázků a fotografií: archiv autora





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



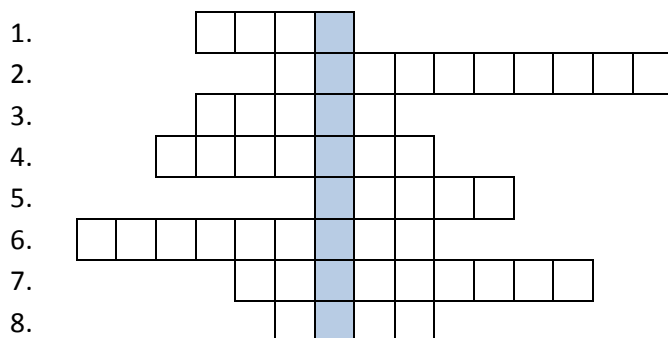
OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Opakování - student

### 1) Dopln křížovku a svými slovy pojem vysvětli.



1. Kapalina, která má menší hustotu než rtuť a větší než olej
2. Řecký matematik, filosof, fyzik a astronom
3. Kůra ze stromu pěstovaného v Portugalsku (na vodě plave)
4. Podíl hmotnosti a objemu
5. Slitina mědi se zinkem, žluté barvy
6. Slouží ke stanovení hustoty kapalných vzorků (určí se v něm hmotnost kapaliny o známém objemu)
7. Síla působící na těleso ponořené do kapaliny
8. Tisícina kilogramu

Tajenka:

### 2) Jak se jmenuje vodní útvar (v Asii), kde mohou plavat i neplavci ? Proč to tak je?



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3) Propoj pojmy se správnými hodnotami hustoty

Rtuť	0,998 g/cm <sup>3</sup>
Aceton	1417 kg/m <sup>3</sup>
Zlato	790 kg/m <sup>3</sup>
voda	13 580 kg/m <sup>3</sup>
med (18% vody)	19,32 kg/dm <sup>3</sup>

4) Vyřeš následující úlohu: Cisterna tvaru válce o rozměrech 2 m (průměr cisterny) a délce 4 m slouží k přepravě kapalných nákladů. Smí přepravovat (bezpečnostní norma) pouze náklad o hmotnosti maximálně 12,5 tuny (s tolerancí 50 kg). Které z uvedených kapalin může převézt? Uvažuj, že cisterna bude zcela naplněna příslušnou kapalinou: voda- uvažuj hustotu 1000 kg/m<sup>3</sup>; olej o hustotě 960 Kg/m<sup>3</sup>; glycerín o hustotě 1260 Kg/m<sup>3</sup>.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**5) Vyřeš následující úlohu: Mechanik má vyrobit součástku ve tvaru hranolu z mosazné tyčoviny o hraně 10 mm, aby vážila 100 g (hustotu mosazi uvažuj  $8500 \text{ kg/m}^3$ ).**

**Jaké budou rozměry vyrobeného hranolu?**

**Jakou mosaznou kulatinu (opět o průměru 10 mm) musí použít, aby vyrobil součástku tvaru roubíku (válec,) vážící rovněž 100 g ?**

---

Zdrojem obrázků je autor tohoto textu.





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Opakování - pedagog

### 1) Doplň křížovku a svými slovy pojem vysvětli.

1.	V	O	D	A																
2.				A	R	C	H	I	M	É	D	E	S							
3.		K	O	R	E	K														
4.		H	U	S	T	O	T	A												
5.					M	O	S	A	Z											
6.	P	Y	K	N	O	M	E	T	R											
7.			V	Z	T	L	A	K	O	V	Á									
8.				G	R	A	M													

1. Kapalina, která má menší hustotu než rtuť a větší než olej
2. Řecký matematik, filosof, fyzik a astronom
3. Kůra ze stromu pěstovaného v Portugalsku (na vodě plave)
4. Podíl hmotnosti a objemu
5. Slitina mědi se zinkem, žluté barvy
6. Slouží ke stanovení hustoty kapalných vzorků (určí se v něm hmotnost kapaliny o známém objemu)
7. Síla působící na těleso ponořené do kapaliny
8. Tisícina kilogramu

Tajenka: **AREOMETR** - neboli hustoměr, slouží ke stanovení hustoty kapalin na principu Archimédova zákona. Je to ponorné těleso, většinou ve tvaru baňky s vystupující stopkou, ve které je umístěna stupnice udávající naměřenou hustotu kapaliny. Hloubka ponoru baňky a stopky se stupnicí závisí na hustotě kapaliny.

### 2) Jak se jmenuje vodní dílo (v Asii), kde mohou plavat i neplavci ? Proč to tak je?

**Mrtvé moře** - je unikátní slané bezodtokové jezero, které se nachází na hranicích Jordánska a Izraele. Do moře ústí řeka Jordán a několik říček pramenících na východ a na západ odtud. Voda z Mrtvého moře se uvolňuje pouze vypařováním.. Slanost (salinita) dosahuje 30 až 35 % (v závislosti na hloubce a teplotě) – v porovnání s mořskou vodou, která obsahuje v průměru 10× méně solí (3,5 %). Důsledkem vysokého podílu solí je



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

vyšší hustota vody Mrtvého moře, a tedy vyšší vztlaková síla působící na plovoucí předměty. Pro udržení se nad hladinou proto není potřeba plavat – stačí do vody usednout a nechat se nadnášet.

### 3) Propoj pojmy se správnými hodnotami hustoty

Rtuť	→	13 580 kg/m <sup>3</sup>
Aceton	→	790 kg/m <sup>3</sup>
Zlato	→	19,32 kg/dm <sup>3</sup>
voda	→	0,998 g/cm <sup>3</sup>
med (18% vody)	→	1417 kg/m <sup>3</sup>

4) Vyřeš následující úlohu: Cisterna tvaru válce o rozměrech 2 m (průměr cisterny) a délce 4 m slouží k přepravě kaplných nákladů. Smí přepravovat (bezpečnostní norma) pouze náklad o hmotnosti maximálně 12,5 tuny (s tolerancí 50 kg): Které z uvedených kapalin může převézt. Uvažuj, že bude zcela naplněna příslušnou kapalinou: voda (uvažuj hustotu 1000 kg/m<sup>3</sup>; olej o hustotě 960 Kg/m<sup>3</sup>; glycerín o hustotě 1260 Kg/m<sup>3</sup>.



CISTERNA:

VÁLEČ  
objem V

$$V = S \cdot h$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$m_{max} = 12550 \text{ kg}$$

$$h = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 4$$

$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$V = 3,14 \cdot 4$$

$$V = 12,56 \text{ m}^3$$

a) cisterna

s vodou:

$$\left[ \rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$m_v = \rho_v \cdot V = 1000 \cdot 12,56$$

$$m_v = 12560 \text{ kg} = 12,56 \text{ t}$$

$$m_v - m_{max} = 12560 - 12550 = \oplus 10 \text{ kg} \dots !!$$

b) cisterna

s olejem:

$$\rho_o = 960 \text{ kg/m}^3$$

$$m_o = \rho_o \cdot V = 960 \cdot 12,56$$

$$m_o = 12058 \text{ kg}$$

$$m_o - m_{max} = 12058 - 12500 = \ominus 442 \text{ kg} \dots !!$$

c) cisterna

$$\rho_g = 1260 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m_g = \rho_g \cdot V = 1260 \cdot 12,56$$

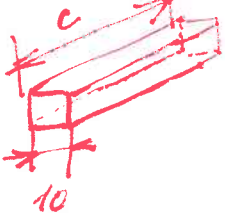
$$m_g = 15826 \text{ kg}$$

$$m_g - m_{max} = 15826 - 12500 = \oplus 3326 \text{ kg} \dots !!$$

**0: Převořit cisternou se smí pouze olej.**

(Voda převořit pouze pokud hustota o 10kg a glycerín o 3326kg.)  
14. 3. 2012

5) Vyřeš následující úlohu: Mechanik má vyrobit součástku ve tvaru hranolu z mosazné tyčoviny o hraně 10 mm, aby vážila 100 g. (hustotu mosazi uvažuj  $8500 \text{ kg/m}^3$ ). Jaké budou rozměry vyrobeného hranolu? Jakou mosaznou kulatinu musí použít, aby vyrobil součástku tvaru roubíku (válec) vážící rovněž 100 g?



$$V = S \cdot h$$

$$V = a \cdot a \cdot h$$

$$V = a^2 \cdot h$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = \rho \cdot a^2 \cdot h$$

$$h = \frac{m}{\rho \cdot a^2}$$

$$h = \frac{100}{8,5 \cdot 1^2} = 11,8 \text{ cm}$$

(délka) vyjádřena bude 11,8 cm.

$$m = 100 \text{ g}$$

$$\rho = 8500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = 8,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$a = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

Mosazná kulatina



Použijeme  $\phi$  axit 10 mm:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$\frac{m}{\rho} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$h = \frac{4 \cdot m}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$h = \frac{4 \cdot 100}{8,5 \cdot 3,14 \cdot 1^2}$$

$$h = 14,99$$

$$h \approx 15 \text{ cm}$$

Použijeme-li kulatinu s průměrem 10 mm, trubka bude mít délku 15 cm.