



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



# Návrh výukové lekce

## Hustota

VYUČOVACÍ PŘEDMĚT: FYZIKA (6. ročník ZŠ)

AUTORKA: Renata Holubová

Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Palackého v Olomouci

## Základní charakteristika

<b>Téma lekce:</b>	<b>Hustota</b>
<b>Časový rozsah lekce:</b>	3 vyučovací hodiny (á 45 minut)
<b>Věková skupina (ročník):</b>	6. ročník ZŠ
<b>Vzdělávací oblast (dle RVP):</b>	Člověk a příroda
<b>Vzdělávací obor (dle RVP):</b>	Fyzika
<b>Zařazení tématu (dle RVP):</b>	Látky a tělesa
<b>Očekávaný výstup (přesné znění RVP):</b>	Žák využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů
<b>Klíčové kompetence žáka:</b>	Kompetence k řešení problémů Kompetence k učení
<b>Hlavní oborové cíle (tj. cíle vázané na očekávaný výstup vzdělávacího oboru a na odborné učivo oboru):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• žák určí hustotu látky měřením hmotnosti a objemu tělesa, a výpočtem</li> <li>• žák zjistí hustotu látky v tabulkách</li> <li>• žák vypočte hmotnost tělesa z jeho objemu a hustoty látky, ze které je těleso vyrobeno</li> </ul>
<b>Mezipředmětové vztahy:</b>	Chemie
<b>Organizační forma vyučování:</b>	Frontální výuka, aktivizace žáků hrou, vizuální materiál – animace, obrázky na internetu, práce s matematicko-fyzikálními tabulkami
<b>Předpokládané znalosti žáka:</b>	Znalost základních stavebních prvků látky – atomů a molekul, jejich působení mezi sebou a jejich složení
<b>Metody vyučování a průběh výuky:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• úvod a opakování</li> <li>• motivace</li> <li>• aktivizace dětí hrou</li> <li>• vizuální materiál s komentářem</li> <li>• zadání DÚ</li> <li>• opakování, reflexe</li> </ul>
<b>Potřebné pomůcky:</b>	tabule, dataprojektor, přístup k internetu, matematicko-fyzikální tabulky
<b>Vyučující:</b>	

## Časový harmonogram jedné vyučovací hodiny

Čas	Část hodiny	Co dělají žáci	Co dělá učitel	Poznámky
5 min	úvod a opakování	odpovídají na otázky učitele	táže se žáků	<i>opakování učiva minulé hodiny</i>
2 min	motivace	zamýšlí se, odpovídají	vznese otázku	<i>Co ještě neznáme, co chceme zjistit</i>
20 min	Nové učivo – pomocí heuristické metody (popř. IBSE) postupné zavádění pojmu hustota	reagují na učitele a píší si poznámky do sešitu, chodí k tabuli	vykládá látku, píše na tabuli, vznáší otázky, popř. žáci sami experimentují a vyvozují závěry	
5 minut	vizuální materiál	dávají pozor na to, co učitel vysvětluje pomocí vhodných animací na internetu	ukazuje a komentuje vhodné obrázky a animace na internetu	<i>snaha zaujmout děti, příprava na další hodinu s pokusy</i>
3 min	zadání DÚ	zapiší si DÚ	nadiktuje DÚ	<i>dohlédnout příští hodinu na vyplněnou úlohu</i>
5 min	opakování	zodpovídají otázky učitele	pokládá otázky	<i>reflexe – co žáky bavilo</i>

V závěrečné hodině tohoto tématu učitel zařadí samostatnou práci žáků.

# Podrobná příprava na hodinu

## 1. Opakování pojmů atom a molekula

Otázky učitele:

*Co to je atom a z čeho se skládá?*

*Je to základní stavební jednotka všech látek. Skládá se z jádra a obalu. V jádře se nacházejí  $p^+$  a  $n^-$ . Obal je tvořen elektrony.*

*Co je to molekula?*

*Je to seskupení atomů, které se slučují podle svých „stavebních“ vlastností.*

*Kdo a přibližně kdy jako první vytvořil periodickou soustavu prvků?*

*Dmitrij Ivanovič Mendělejev v roce 1869 (19. století).*

*Podle čeho jsou prvky v tabulce seřazeny?*

*Podle počtu protonů.*

**Očekávaná odpověď žáků:**

## 2. Opakování: skupenství látek

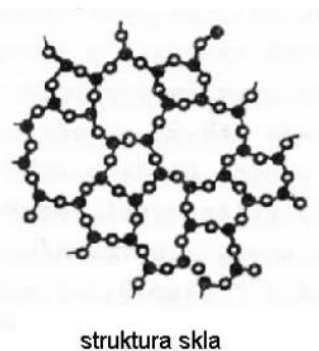
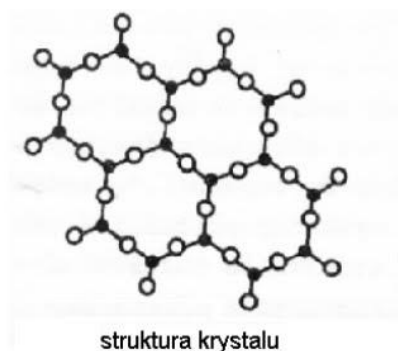
*Látky se mohou nacházet v různých skupenstvích – ze života jistě znáte 3 skupenství vody – jaké to jsou? Odpověď: led, voda, pára. Z minulé hodiny také víme, že se voda skládá z molekul tvořené dvěma atomy vodíku a jedním atomem kyslíku – v těchto třech skupenstvích se tedy jedná o stejné molekuly, v čem je tedy rozdíl?*

### 1. Skupenství látek

Jiné je uspořádání částic. Existují 3 základní skupenství látek – pevné, kapalné, plynné. Další skupenství - plazma, což je plyn sestávající se z nabitých částic (ionizovaný plyn - blesk) a další, které se za normálních podmínek na Zemi nevyskytují (kvark-gluonové plazma, ...).

**Pevné skupenství:**

- molekuly jsou pevně svázány vazbami, nepohybují se v prostoru, ale kmitají okolo svého rovnovážného centra – molekuly a atomy jsou stále v pohybu!; analogie: „rodina“
- pevná látka drží svůj tvar i objem, ale u povrchu dochází k odloučení částic → VŮŇ látky!!!
- **krystalická a amorfní látka** – rozdíl je v uspořádání molekul – je-li pravidelné (krystalické struktury čtverečné, šesterečné, ...), jde o krystalickou látku (křemen, polovodiče, ...), pokud uspořádání není pravidelné, jde o látku amorfni (plast, plastelína, sklo...)



### Kapalné skupenství:

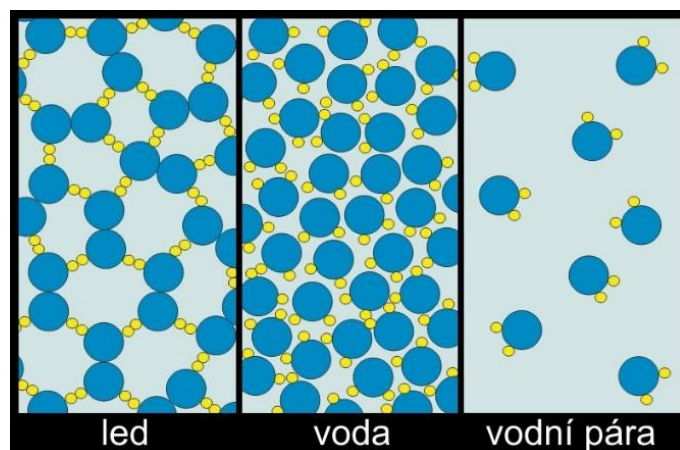
- molekuly nedrží přesný tvar v prostoru, mohou se „po sobě posunovat“, tj. působí mezi nimi vazby, avšak ne tak pevné jako u pevné látky – molekuly nemají tolik energie na to, aby opustily celý systém – kromě molekul u povrchu; analogie – „přátelé“
- kapalné látky nedrží svůj tvar, ale zachovávají si objem
- **viskozita** – některá látka teče lépe – má menší viskozitu, jiná hůře – má větší viskozitu, např. sklo – amorfni velmi viskózní látka, po letech stéká (okno) – pokus se škrobem ve vodě, med x voda
- **ideální kapalina** – nestlačitelná, žádné vnitřní tření

### Plynné skupenství:

- molekuly mají dostatek energie na to, aby se pohybovaly po prostoru samy, nepůsobí na sebe, ale mohou se srážet, slučovat a rozdělovat; analogie: „kamarádi, „free“ život“
- **ideální plyn** – dokonale stlačitelný bez vnitřního tření

Otázka: Částice vzduchu nevidíme. Znamená to, že nic nevdechujeme? Odpověď: Nikoliv, vdechujeme obrovské množství molekul.

Ve vesmíru je v mezihvězdném prostoru **vakuum** – nenacházejí se tam téměř žádné částice (velmi nízká koncentrace částic v reálném prostředí – vývěva).



### 3. Aktivizace hrou

Děti si hrají nejdříve na atomy, pak na molekuly a demonstrují různá skupenství a přechody mezi nimi.

Shrnutí:

Co by měli studenti znát o látce, hmotnosti a objemu pro pochopení pojmu hustota

Látka

- je složena z atomů (částic – molekul, iontů atd.)
- látka zaujímá určitý prostor – má objem
- látka má hmotnost
- také plyny, vzduch jsou látka, stejně jako kapaliny
- látka je měřitelná – lze určit její hmotnost a objem
- látky existují v různých skupenstvích
- látka se zachovává
- molekuly, atomy jsou v neustálém pohybu
- při zahřátí látky se zvyšuje rychlost pohybu částic

### 4. Nové učivo: odvození pojmu hustota

Příklad sekvence aktivit pro odvození pojmu hustota na základě různých modelů.

Hustota je intenzivní veličina, nemůže být tedy přímo měřena nebo pozorována. Výuková lekce má studenty vést k tomu, aby se zaměřili na nejdůležitější proměnné a charakteristiky a dokázali zanedbat nepodstatné.

## PROBLÉM 1: JAK SE MOHOU OBJEKTY O STEJNÉM OBJEMU LIŠIT SVOU HMOTNOSTÍ?



### **Pomůcky:**

2 stejné objekty (rozměrově) z různých materiálů (nejlépe krychličky), psací potřeby, váhy

### **Krok 1**

Žáci mají dvě krychle o stejném objemu, ale z různých materiálů. Uchopí je do ruky a popíší svá pozorování.

Žák se má naučit vyslovit a popsat rozdíly. Zdůrazníme, že oba předměty mají stejné rozměry, zaujímají tedy v prostoru stejný objem. Potězkáním předmětů zjišťují, že mají rozdílné hmotnosti. Jejich hmotnost můžeme porovnávat a seřadit je odhadem, nebo porovnání provést pomocí rovnoramenných vah, popř. určit hmotnost na předvážkách.

### **Krok 2**

Žáci mají za úkol nakreslit diagram, nebo model, co by viděli, kdyby mohli svůj zrak zaostřit jako mikroskop a podívat se „dovnitř“ každé kostky. Jak to, že předměty stejného objemu mohou mít tak rozdílné hmotnosti? (Žáci kreslí své představy – např. jedna kostka je plná, druhá je z poloviny prázdná nebo úplně prázdná, nebo kostky vytečkují – hustě či řídce apod.)

Žáci pracují cca 5 – 10 minut. Z nákresu má být zřejmé, proč jedna kostka má větší hmotnost než druhá. Učitel prochází třídou a diskutuje se žáky jejich kresby. Pokud žák použije termín hustota, učitel se ptá, co tímto slovem myslí.

Otázky, které učitel může klást žákům, zatímco kreslí: kreslím skutečně to, co si myslím, že je podstatné pro vysvětlení rozdílu v obou kostkách, dokáží podat vysvětlení, jsem schopen přemýšlet o problému?

### **Krok 3**

Diskuse a analýza žakovských modelů

Učitel vysvětlí, co je to model a jak je ve vědě používán. Vyzdvihneme kladné rysy jednotlivých žakovských modelů:

- jak dokáží vysvětlit rozdíl v hmotnosti;
- porovnejte jednotlivé modely, jak snadné je jejich vysvětlení.

U některých modelů je zvýrazněno to, že uvnitř je objekt dutý. Zdůrazníme, že toto je jedna z možností, jak vysvětlit rozdílnou hmotnost obou objektů. Klademe otázky: je zde ještě jiná možnost, jak vysvětlit rozdílnou hmotnost, jak vysvětlíme v případě, že objekt je pevná látka, je zde možnost, aby předmět mohl být z pevné látky a přitom nebyl dutý? Všechny charakteristiky vypíšeme na tabuli.

#### Krok 4.

#### Úvod ke konceptu hustota

Zeptáme se žáků, zda znají termín, který popisuje rozdíl mezi oběma předměty. Pokud ne, zavedeme pojem hustota. Je to pojem, který pomůže charakterizovat rozdíl mezi oběma předměty. Říkáme, že jeden z nich má větší hustotu (máme větší pocit hmotnosti, má větší hmotnost vůči zemi, váhu). Předmět s menší hustotou vnímáme jako lehčí. Hustota vyjadřuje množství hmoty v daném prostoru. Čím více hmoty v daném prostoru je, tím je hustota větší. Ukážeme si více modelů, jak vizualizovat hustotu.

Shrnutí, opakování: co jsme zjistili, že je u obou předmětů stejné? (rozměry, tvar, objem...) proč? co je rozdílné? (materiál, hmotnost...) proč?

### PROBLÉM 2: MODEL, KTERÉ NÁM POMOHOU POCHOPIT POJEM HUSTOTA

*Cíl: Žák umí popsat různé modely hustoty.*

Neexistuje „správný“ model hustoty. Různé modely zahrnují různá omezení, zachycují různé aspekty konceptu. Studium různých modelů nám poskytne hlubší a flexibilnější pochopení pojmu hustota. Různé modely používají různý způsob zobrazení konceptu.

Hustota není zřejmá, snadno uchopitelná veličina. Modely, které sledují objem či hmotnost nám pomohou ji charakterizovat. Pokud současně měníme jak objem, tak hmotnost (častý případ v praxi), je obtížné hustotu určit.

Pozn. Řešením problému 2 je vytvoření myšlenkového modelu, konceptualizovat, co znamená více hustý a méně hustý. To by mělo pomoci k pochopení toho, že předměty z různých materiálů mají rozdílný poměr hmotnosti a objemu.

Hustota je intenzivní veličina. Nemůžeme ji tedy přímo měřit. Je určena vztahem mezi hmotností a objemem, lze ji vypočítat matematicky. Starší žáci mohou tedy využít matematického postupu, u mladších žáků koncept zavedeme pomocí sledování změny objemu nebo změny hmotnosti žáci využijí představ o hmotnosti těles).

Když žáci uvažují o hustotě, tak si myslí, že objekt musí být dutý nebo prostor mezi body (v modelu) musí být vyplněn vzduchem. Při vytváření pojmu hustota můžeme pracovat tak, že objekty, které obsahují vzduch, mají smíšenou hustotu – obsahují částice daného předmětu a částice vzduchu. U některých materiálů jsou částice vzduchu tak malé, že daný materiál považujeme za jednosložkový (např. zmrzlina). Existují ale materiály, které vzduch neobsahují. Mezi částicemi jsou mezery, ale ty nejsou vyplněny vzduchem, ve skutečnosti jsou mezery tak malé, že částice vzduchu by se tam nevešly.

Např. hliník použitý na výrobu kostky.

Rozlišení mezi vzduchem a mezerou mezi částicemi je pro žáky důležité pro hlubší pochopení pojmu hustota. Proto se k pochopení tohoto rozdílu vracíme v modelech.

Model není nikdy dokonalou představou konceptu. Každý model více či méně odráží realitu. Proto není správné diskutovat, který model je správný či nikoli, ale to, jak odráží realitu. Nejužitečnější je potom takový model, který nejlépe vysvětluje danou situaci.

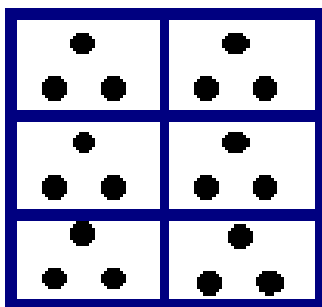


## Příklady modelů:



### *Dřevěné kuličky a „skleněnky“*

Tento model je odlišný od většiny představ, které žáci kreslí. Většina z nich nakreslí schémata, která ukazují na představu, že rozdíly v hustotě jsou dány rozdílem v materiálu. Učitel zdůrazňuje v této fázi, že různé částice mají různé hmotnosti, tj. až k představě atomové hmotnosti. Toto je vhodný model a zcela odlišný od toho, co žáci nakreslili, resp. jaká je jejich představa. V této fázi budování konceptu je dán pevně objem, ale mění se hmotnost – je možné ji měřit, posuzovat. Kuličky představují částice – žáci uvažují o různých částicích, které mají různé hmotnosti. Tyto úvahy nevedou k pojmu zaplněnosti, žáci nevyvodí, co je odpovědné za rozdíly v hmotnosti. Ukazují si jen, že tyto rozdíly existují.



### *Model tečky v boxu*

Model používá zaplněnost jako základní analogii k hustotě. Tento model pracuje na různých úrovních. Na abstraktní úrovni popisuje „množství“, které je vztaženo na prostor, popř. zaplnění atomu neutrony a protony (množství prostoru, který zaujímají atomy, se příliš neliší, ale zaplněnost prostoru jádra atomu pomocí neutronů a protonů ano). Model pracuje také jako analogie toho, jak zaplněné atomy jsou stlačeny do molekuly. Toto však na dané úrovni nediskutujeme. Hlavní význam modelu je v tom, že dává představu o částicích a mezerách mezi částicemi. Model je analogií modelů v sociální oblasti – např. hustoty obyvatel. Model dává horší představu pro pochopení toho, jaké je postavení hmotnosti ve vztahu pro výpočet hustoty. Můžeme ale uvažovat, že každý malý černý box má určitou hmotnost a že boxy stejných rozměrů, které obsahují různý počet bodů, mají různou hmotnost.



### ***Chlebový model***

Vhodný model pro úvahy o množství látky obsažené v daném prostoru. Na základě výroků žáků lze zjistit, že mnoho z nich nechápe princip zachování hmotnosti. Jiní nepovažují vzduch za látku. Malá hmotnost chleba je dosažena v důsledku toho, že v balení je obsaženo mnoho vzduchu, chléb však lze stlačit – dochází ke změně objemu. Model ukazuje, že něco, co je kompaktnější, je více husté, protože stejné množství látky bylo stlačeno do menšího prostoru. Model vede i k představě smíšené hustoty, protože je třeba uvažovat vzduch jako hmotu a chléb jako hmotu.

**Aktivita žáků** – bádání za pomoci modelů – dřevěné kuličky a skleněny

Žákům ukážeme průhlednou kádinku plnou dřevěných kuliček a kádinku plnou skleněnek. Obě nádoby jsou naplněné do stejné výšky. Zeptáme se na jejich hmotnost a objem.

Je objem stejný nebo odlišný?

Je hmotnost stejná nebo se liší?

Nádoby necháme ve třídě kolovat a žáci „potězkají“ obě nádoby. Nádoba se skleněnkami je „těžší“, má větší hmotnost.

Evaluace modelu - otázka: Je to dobrý model pro ukázkou rozdílů mezi oběma nádobami – co je správně a co špatně?

Klady modelu: je možná kontrola objemu, schopnost určit rozdíl v hmotnosti – můžu mít stejný objem a jiné hmotnosti (v důsledku hustoty).

Žáci mohou přemýšlet o kuličkách jako o částicích – různé částice – různá hmotnost částic. Různé materiály a jejich zobrazení....

Zápory modelu: nevysvětluje zaplněnost – obě nádoby jsou plné, ale objekty uvnitř mají jinou hmotnost (a jiné hustoty).

Další předpoklad modelu – pokud kuličky představují částice, musí být přesně totožných rozměrů (rozměr částic nesmí ovlivňovat hustotu).

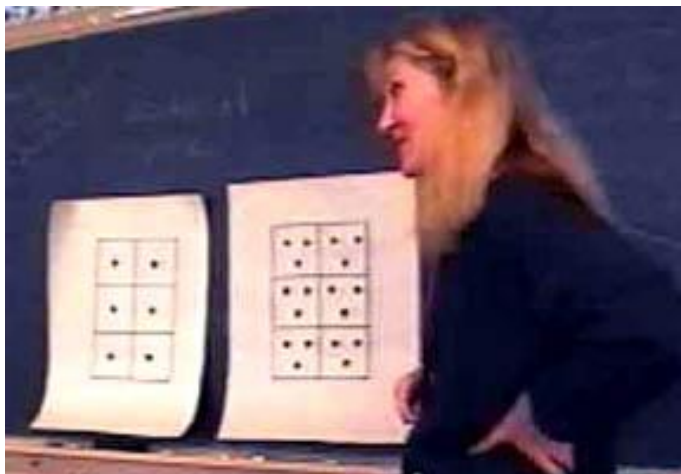
Otázka: jak můžeme zdokonalit náš model kuliček? Jak jej lze pozměnit?

Žáci pracují alespoň ve dvojicích a diskutují dva různé návrhy. Lze využít interaktivní tabuli a zaznamenávat změny v modelech a návrhy žáků.

## Diskuse k modelu tečky v boxu

Připravíme si velké obrázky dvou případů modelu (lze využít data projektor, i zpětný projektor. Žáci vyslovují pozorované rozdíly v obou boxech.

Na obrázku je uveden příklad zobrazení modelů tečky v boxu.



Otázky učitele:

Který z boxů je více zaplněn, proč? Proč hovoříme o zaplněnosti? Jak souvisí zaplněnost s hustotou?

Vysvětlíme, že více teček znamená větší hustotu a naopak.

Evaluaace modelu:

Klady modelu: model zobrazuje, jak je daný prostor více či méně zaplněn, můžeme změřit a porovnat objem a potom počítat tečky, které představují hustotu. Podobné modely se používají v sociálních studiích – např. při určování hustoty obyvatel. Tečky vypadají jako částice. Na obrázku modelu ukazujeme, v jaké vzdálenosti se částice nacházejí.

Zápory modelu: není zřejmé, jak se hmotnost dostane do vztahu pro výpočet hustoty (lze uvažovat, že boxy s různým počtem teček mají různou hmotnost?)

## Diskuse chlebového modelu

Toustový chléb necháme v plastickém sáčku.

Vyzveme žáky, aby zviditelnili zaplnění popř. mezery mezi částicemi.

Určíme hmotnost chleba vážením.

Poté pomalu stlačíme chléb v délkovém rozměru.

Sloupec krajíců postavíme a tlačíme shora dolů.



Žáci pozorují, že se sáček nafoukl, jak uniká vzduch vytlačený z chleba.

Otázka: Jaká je nyní hmotnost chleba? Je stejná nebo odlišná od stavu, než jsme chléb stlačili?

Poznámka učitele: Pečlivě zaznamenáme úvahy žáků. Někteří mohou odpovědět, že hmotnost bude menší, protože chléb se zmenšil, tzn., že nemají osvojený zákon zachování hmotnosti. Mohou ale uvažovat i jinak. Uvažují, že vzduch je látka, která má hmotnost. Pokud vzduch vytlačíme, hmotnost chleba se musí zmenšit. V podstatě mají pravdu, ale citlivost vah není tak velká, abychom dokázali tuto velmi malou změnu hmotnosti změřit. Také veďme v patrnosti, zda žáci hovoří o vzduchu mezi chlebovými částicemi nebo částicemi chleba (mikrostruktura).

Chléb zvážíme a ukážeme, že jeho hmotnost se nezměnila.

Otázka: A co objem? Změnil se? Jestliže ano, jak?

Žáci vyslovují domněnky k zaplněnosti či hustotě. Změnila se hustota? Pokud ano, jak? Pokud ne, proč?

Hmotnost se nezměnila, ale objem se výrazně zmenšil. Proto, než jsme chléb stlačili, jeho hustota byla menší. Po stlačení je hustota větší, protože stejná hmotnost zaujímá menší objem.

Klady modelu: umožňuje diskutovat děje pro konstantní hmotnost (až na hmotnost vytlačeného vzduchu, které je v našem přiblížení neměřitelná), znázorňuje, že „něco“ více kompaktního je také více husté – více látky se nachází v menším prostoru. Umožňuje uvést koncept smíšená hustota – tj. jak řešit problém, chceme-li určit hustotu směsi (chléb a vzduch)

Zápory modelu:

Diskutovat je možné otázku, zda vzduch je odpovědný za hustotu. Chléb zajisté obsahuje vzduch. Mají všechny látky hustotu? Obsahují všechny látky vzduch? Chléb je chléb + vzduch. Vedeme žáky k úvaze, že v některých případech prostor mezi částicemi není vyplněn vzduchem.

Tento model může vést k představě toho, že větší či menší hustota souvisí s obsahem vzduchu. Když vzduch vytlačíme, objekt je hustší. Mnoho žáků si myslí, že vzduch je odpovědný za hustotu. Čím více vzduchu objekt obsahuje, čím menší má hustotu. Zatímco model dobře

zviditelňuje „zaplněnost“, nepřispívá k hlubšímu pochopení toho, co se děje na molekulární úrovni.

Aplikace: žáci se pokusí o vizualizaci hustoty u objektů v reálném světě

### PROBLÉM 3: DEFINICE HUSTOTY JAKO ZÁVISLOSTI

Žáci hledají vztah mezi hmotností a objemem.

#### ***Cíl aktivity: Jaké závislosti lze najít mezi hmotností, objemem a hustotou?***

Pro danou látku existuje přímá závislost mezi hmotností a objemem – když se jedna z proměnných zvětší, zvětší se i druhá. Tento vztah je schématem, které lze použít pro vyslovení předpokladů o hmotnosti látky založené na jejím objemu, nebo o objemu založeném na hmotnosti.

#### ***Hustota je koncept závislosti. Hledáme vzájemný vztah dvou proměnných.***

Žáci mají prozkoumat vztahy mezi hmotností a objemem a objevit zákonitosti při změnách jedné z obou těchto veličin (druhá veličina zůstává konstantní). Na tuto aktivitu navazuje matematizace vyjádření této závislosti – tj. formulace vzorce pro výpočet hustoty.

Ve vědě je hustota definována jako hmotnost látky vztažená na jednotkový objem. Je to vztah mezi jednotkovou hmotností a jednotkovým objemem. Jen hmotnost nebo jen objem není dostatečný pro určení hustoty. Žáci musí pochopit, že kdykoli se změní poměr mezi hmotností a objemem, změní se hustota.

Pokud známe hmotnost i objem, můžeme hustotu stanovit pomocí jejich podílu –  $m/V$ . Je obtížné ihned vyvodit i další vztahy pro výpočet objemu resp. hmotnosti. Pokud ale žák uvědoměle odvodí vztah mezi hmotností a objemem, odvození dalších relací mu nečiní problémy.

Uvedený vztah závislosti – kauzality, lze zobecnit na dalších příkladech z běžného života. Stále se také vracíme k modelům.

#### **Pokus:**

##### ***Pomůcky:***

vzorky čisté látky (měď, hliník, ocel atd.). Je vhodné mít řadu objektů různých objemů (1 cm<sup>3</sup> až 30 cm<sup>3</sup> z jednoho materiálu), tabule, fixy, váhy, odměrné válce, voda, noviny, časopisy, pravítka, pracovní listy

#### ***Úkol 1:* nalezení vztahu mezi hmotností a objemem čisté látky**

Připomeneme, že dvě látky o stejném objemu mohou mít různou hmotnost.

Co se stane s hustotou, máme-li různé množství stejného materiálu.

Práce ve skupinkách – každá skupina má sadu předmětů z jednoho druhu látky. Zkoumáme objem a hmotnost. Žáci vyslovují závěry svých pozorování a hustotě.

Žáci si vyberou dva vzorky a kreslí modely o tom, co by viděli, kdyby měli mikroskopické oči.

**Diskuse:**

Žáci naleznou vztah mezi hmotností a objemem u každého vzorku. Připomeneme, jak lze určit objem u pravidelných a nepravidelných těles.

Výsledky měření žáci zaznamenávají do grafu. Jednotlivé skupinky porovnávají svá měření.

Jaké závislosti žáci našli?

Závěry žáků píšeme na tabuli. Jaký lze učinit závěr? Co vyplývá z grafu? Co to znamená pro hustotu?

Nalezený vztah lze vyjádřit pomocí čísla a my budeme používat vztah mezi hmotností a objemem pro výpočet hustoty.

Schéma překreslíme na tabuli.

**PROBLÉM 4: JAK LZE VYPOČÍTAT HUSTOTU ZE VZTAHU MEZI HMOTNOSTÍ A OBJEMEM?****Východiska:**

- Hustotu lze vypočítat, jestliže známe vztah mezi hmotností a objemem
- Hustotu měříme v jednotkách hmotnosti/jednotkou objemu:  $\text{g/cm}^3$ ,  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{g/ml}$
- Pokud známe hmotnost a objem látky, lze její hustotu vypočítat jejich vzájemným vydělením.

**Vztah pro výpočet hustoty:**

Tělesa z různých látek o stejném objemu mají odlišné vlastnosti. Tuto vlastnost nazýváme hustota látky.

Fyzikální veličina hustota: značka:  $\rho$

Jednotka: kilogram na krychlový metr

Značka jednotky:  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Vztah pro výpočet hustoty:  $\rho = \frac{m}{V}$

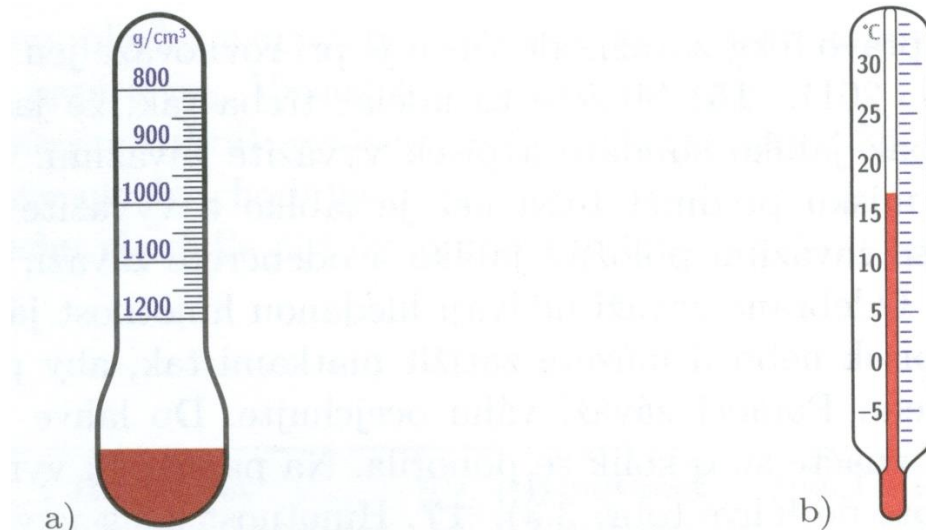
**PROBLÉM 5: HUSTOTA KAPALIN**

Hustotu kapalin určujeme podle stejného vzorce jako hustotu pevných látek. Hustotu kapalin lze porovnat tak, že do dvou stejných kádinek odměříme stejný objem obou kapalin a porovnáme jejich hmotnosti na rovnoramenných vahách.

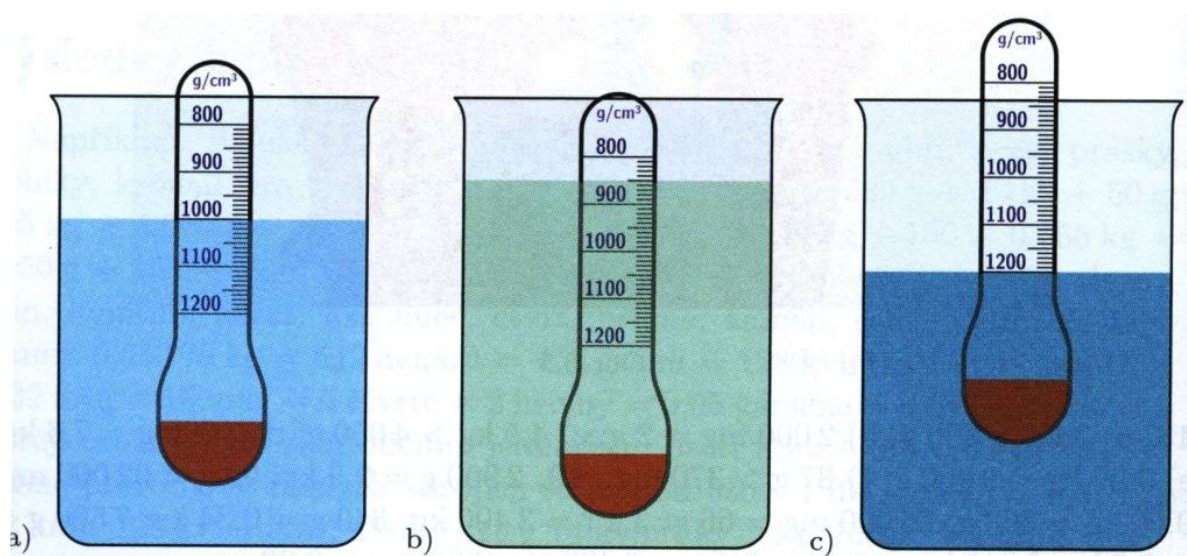
Pozor! Např. olej teče pomaleji než voda, ale má menší hustotu.

## Projekt

1. Jak (čím) můžeme měřit hustotu?
2. a) Podívejte se na obrázek. Poznáte, co je teploměr a co hustoměr? V čem se liší?



- b) Porovnejte chování hustoměrů na obrázcích. Na kterém obrázku má kapalina hustotu větší než voda a na kterém menší?



- c) Praktická ukázka skleněných hustoměrů, např. v lihu.





- d) Odpovězte otázky:
  - a. Jaké kapaliny mají větší hustotu než voda?  
(např. glycerol, med, kyselina sírová, rtuť)
  - b. Jaké kapaliny mají menší hustotu než voda?  
(např. olej, benzín, nafta, líh)
  - c. Jaké pevné látky mají větší hustotu než voda?  
(železo, žula, křemen, ocel, olovo)
  - d. Jaké pevné látky mají menší hustotu než voda?  
(dřevo, led, vosk)
- e) Vytvořte si vlastní hustoměr a vyzkoušejte, jak funguje.
  - a. Pilkou uřízněte 25 cm dlouhou plastovou trubku. Pomocí smirkového papíru začistěte oba dva konce trubky.
  - b. Jeden konec trubky zatížíme (a současně ucpeme) např. vhodným šroubem a tento konec omotáme izolepou. Tímto koncem se nesmí do trubky dostat žádná voda.
  - c. Nyní ponoříme hustoměr zacpaným koncem do vody a uděláme risku na hustoměru ve výšce hladiny vody.
  - d. Nyní budeme hustoměr opatrně vkládat do kádinek se známými kapalinami a dělat risky na hustoměru. Hustotu zkoumaných kapalin si ověříme skleněným hustoměrem.

**Pomůcky:** sada skleněných hustoměrů, odměrné válce, líh, plastové trubice o malém průměru, závaží např. ve formě šroubu, izolepa, nůžky, CD fix, dětská pilka, smirkový papír, necejchované kádinky, olej, glycerin.

### **Pracovní list: výpočet hustoty**

V předchozím se žáci naučili, že vztah mezi hmotností a objemem je konstantní pro čistou látku za jinak konstantních podmínek.

Analýza toho, co se stane ve vzájemném vztahu mezi hmotností a objemem, když použijeme různé látky.



# Hustota – pracovní list

1. Hustota duralu (tak se říká tvrdému hliníku) je  $2\,800\text{ kg/m}^3$ . Jakou hmotnost má  $1\text{ cm}^3$  duralu?

*Dural byl objeven v roce 1906 Alfredem Wilmem v Německu a hojně se používá hlavně v automobilovém průmyslu.*

2. Jaká je (přibližně) hustota vody?

3. Zapište:

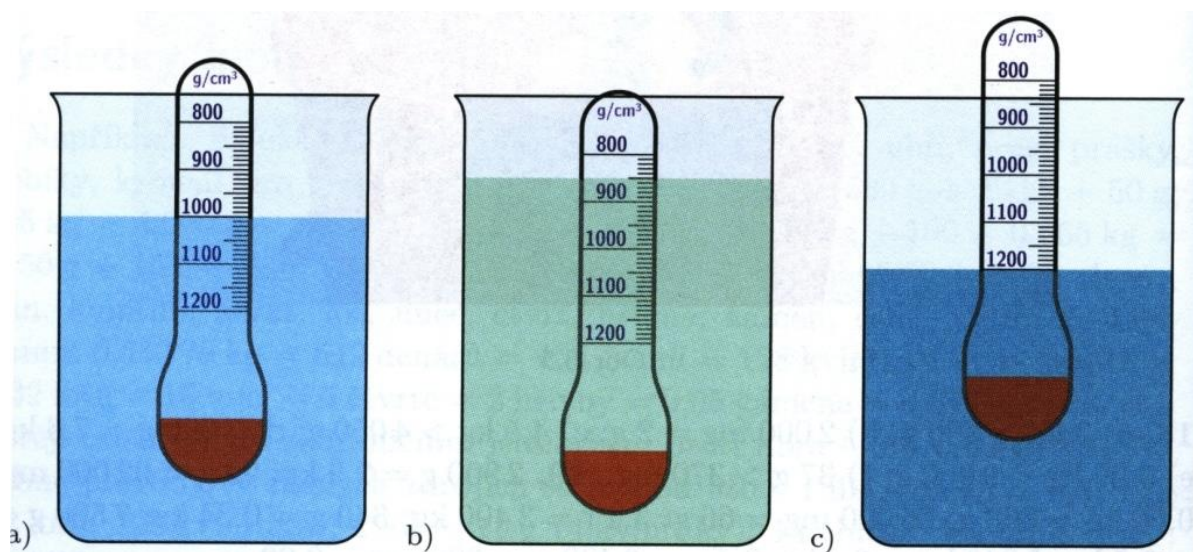
a) Jaké kapaliny mají větší hustotu než voda?

b) Jaké kapaliny mají menší hustotu než voda?

c) Jaké pevné látky mají větší hustotu než voda?

d) Jaké pevné látky mají menší hustotu než voda?

e) Porovnejte chování hustoměrů na obrázcích. Na kterém obrázku má kapalina hustotu větší než voda a na kterém menší?



5. Doplň prázdná místa ve větách:

Zjistili jsme, že  $15 \text{ cm}^3$  pevné látky váží 40,5 gramů. Z toho můžeme spočítat, že  $1 \text{ cm}^3$  váží ..... gramů.

6. Předchozí větu můžeme přeformulovat.

Pokus se správně doplnit celou větu. Jestliže  $1 \text{ cm}^3$  pevné látky váží .....gramů, tak to znamená, že její hustota je .....

Jestliže  $1 \text{ cm}^3$  vody váží 1 g, potom hustota vody je .....

7. Napiš hustotu vody pomocí jednotky, kde se vyskytuje kilogram místo gramu.

8. Vypočítej, kolik by vážil  $1 \text{ m}^3$  vody a zapiš hustotu vody pomocí jednotky, kde se bude vyskytovat  $\text{m}^3$ .  $1 \text{ m}^3$  vody váží ..... kg, tedy můžeme hustotu vody zapsat také jako .....

### **Vizuální materiál**

- Animace: <https://phet.colorado.edu/cs/simulation/legacy/density>
- Krystalická a amorfní látka: <https://www.youtube.com/watch?v=layV9zjXm5w>  
<http://www.otevrenaveda.cz/sd/novinky/videogalerie/metodiky-laboratornich-cviceni/hustota.html>
- <https://www.vimproc.cz/?page=record&id=1394>
- <https://www.youtube.com/watch?v=X60Ay4yuYZI>
- Irena Dvořáková: Kostkovaná hustota. In: Sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky 2015.

### **Alternativa výuky**

Výklad učitele, popř. využití konceptu hustota od autorky I. Dvořákové z projektu Heuréka.

### **Literatura:**

- Učebnice fyziky pro 6. Ročník ZŠ nakladatelství Prometheus, Fraus, Prodos.
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hustom%C4%9Br>
- Resources curricula Harvard Graduate School of Education  
([https://www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/causal/causal\\_defined.html](https://www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/causal/causal_defined.html))

## ***Závěrečná evaluace a reflexe***

<b>Co se mi osvědčilo během výuky</b>	
<b>S jakými obtížemi jsem se setkal(a)?</b>	
<b>Co bych udělal(a) jinak?</b>	
<b>Jak na mě třída působila, vlastní celkový dojem z výuky.</b>	