

# MĚŘENÍ HUSTOTY

## Hustota látky

Máme dvě stejně velká tělesa (jedno kovové a druhé plastové) a porovnáme jejich hmotnost – bude různá  
→ kovové bude těžší

Máme dvě různě velká tělesa se stejné látky → to větší bude těžší.

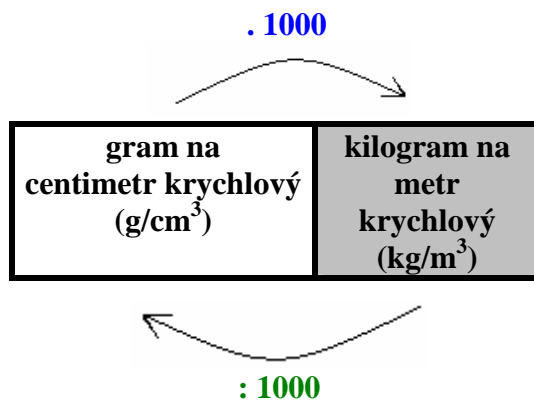
Tělesa se od sebe navzájem liší v látce, ze které jsou vyrobeny. Každá látka je jiná, má jiné vlastnosti.  
Řekneme, že různé látky mají různou **hustotu**.

**Hustota** – je fyzikální veličina, kterou nebudeme měřit, ale počítat.

**Značka** .....  $\rho$  (řecké písmeno ró)

**Jednotka** .....  $[\rho] = \frac{kg}{m^3}$  nebo  $\frac{g}{cm^3}$

Převody jednotek hustoty:



Abychom mohli hustotu tělesa vyrobeného z dané látky vypočítat, potřebujeme znát hmotnost tělesa a jeho objem. Pak platí:

**Hustotu látky, ze které je těleso vyrobeno, vypočítáme tak, že hmotnost tělesa vydělíme jeho objemem.**

Vzorec:  $\rho = m : V$  nebo  $\rho = \frac{m}{V}$

## Hustota pevné látky

- určuje se výpočtem ze zjištěných hodnot objemu a hmotnosti

## Hustota kapalných látek

- měří se pomocí hustoměrů. Jsou to uzavřené skleněné baňky se zátěží v dolní části se stupnicí. Čím má kapalina větší hustotu, tím méně se hustoměr ponoří.



# VÝPOČET HUSTOTY LÁTKY

Při výpočtu hustoty musíme dávat pozor na jednotky, v jakých máme zadání.

Je-li objem v  $m^3$  a hmotnost v kg, pak hustota vyjde v  $kg/m^3$ . Je-li hmotnost v g a objem v  $cm^3$ , pak hustota vyjde v  $g/cm^3$ .

**Pokud jsou jednotky jiné musí se převádět!!!**

Při zápisu řešení příkladu postupujeme následovně:

## Příklad 1:

**Hliníková lžice o objemu  $5,5\text{ cm}^3$  má hmotnost 15 g. Urči hustotu hliníku.**

$$V = 5,5\text{ cm}^3$$

$$m = 15\text{ g}$$

$$\rho = ?\text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\rho = m : V$$

$$\rho = 15 : 5,5$$

$$\rho = \underline{\underline{2,7\text{ g/cm}^3}}$$

jednotka, ve které vyjde hustota, souvisí s jednotkami objemu a hmotnosti v zadání

Hustota hliníku je  $2,7\text{ g/cm}^3$ .

## Příklad 2:

**Měřením se zjistilo, že  $0,01\text{ l}$  rtuti váží  $135\text{ g}$ . Jakou hustotu má rtuť??**

$$V = 0,01\text{ l} = 10\text{ ml} = 10\text{ cm}^3$$

$$m = 135\text{ g}$$

$$\rho = ?\text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\rho = m : V$$

$$\rho = 135 : 10$$

$$\rho = \underline{\underline{13,5\text{ g/cm}^3}}$$

Hustota rtuti je  $13,5\text{ g/cm}^3$ .

## Příklad 3:

**Porcelánová mísa váží  $1,2\text{ kg}$ . Její objem je  $0,5\text{ dm}^3$ . Jaká je hustota porcelánu?**

$$a) m = 1,2\text{ kg}$$

$$V = 0,5\text{ dm}^3 = 0,0005\text{ m}^3$$

$$\rho = ?\text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho = m : V$$

$$\rho = 1,2 : 0,0005 \quad / \cdot 10000$$

$$\rho = 12000 : 5$$

$$\rho = \underline{\underline{2400\text{ kg/m}^3}}$$

Hustota porcelánu je  $2400\text{ kg/m}^3$ .

$$\begin{aligned}
 \text{b) } m &= 1,2 \text{ kg} = 1200 \text{ g} \\
 V &= 0,5 \text{ dm}^3 = 500 \text{ cm}^3 \\
 \rho &= ? \text{ (g/cm}^3\text{)} \\
 \rho &= m : V \\
 \rho &= 1200 : 500 \\
 \rho &= \underline{\underline{2,7 \text{ g/cm}^3}} = \underline{\underline{2700 \text{ kg/m}^3}}
 \end{aligned}$$

Hustota porcelánu je  $2,7 \text{ g/cm}^3$ .

4. Objem tělesa je  $15 \text{ cm}^3$  a hmotnost  $117 \text{ g}$ . Jaká je jeho hustota?
5. Hmotnost tělesa je  $28,4 \text{ g}$  a jeho objem je  $4 \text{ cm}^3$ . Jaká je jeho hustota?
6. Těleso o hmotnosti  $2,5 \text{ kg}$  má objem  $5 \text{ ml}$ . Jaká je jeho hustota?
7. Těleso o hmotnosti  $2 \text{ kg}$  má objem  $140 \text{ ml}$ . Jaká je jeho hustota?

Převody jednotek:

1) **Vyjádři hustotu v  $\text{kg/m}^3$**

a)  $2,5 \text{ g/cm}^3 =$

b)  $0,7 \text{ g/cm}^3 =$

c)  $13,6 \text{ g/cm}^3 =$

d)  $0,9 \text{ g/cm}^3 =$

2) **Vyjádři hustotu v  $\text{g/cm}^3$**

a)  $1\,610 \text{ kg/m}^3 =$

b)  $8\,900 \text{ kg/m}^3 =$

c)  $870 \text{ kg/m}^3 =$

d)  $10\,365 \text{ kg/m}^3 =$

# VÝPOČET HMOTNOSTI POMOCÍ HUSTOTY

Zatím jsme se učili, jak zvážíme těleso. Občas je to zdlouhavé, tak si ukážeme, jak hmotnost vypočítáme. K tomu potřebujeme vědět – objem tělesa a hustotu látky, ze které je těleso vyrobeno.

Pozn. Tento vzorec platí pro stejnorodá tělesa, tedy tělesa, která mají v celém objemu stejnou hustotu. (nemá v sobě dutiny ani jinou látku – jako ji měla kovová 50,- Kč)

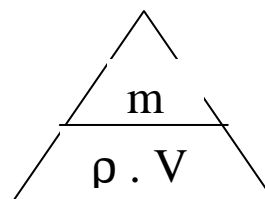
Známe vzorec pro výpočet hustoty. Pro hmotnost je podobný.

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

a odtud:

**Hmotnost stejnorodého tělesa vypočítáme tak, že hustotu látky vynásobíme objemem tělesa.**

$$m = \rho \cdot V$$



Tento domeček je nápověda pro vzorec  
Stačí zakrýt písmenko veličiny, kterou chceme vypočítat. Zbývající písmenka tvoří vzorec.

Pozn.

Opět musíme dávat pozor na jednotky. Objem musí mít stejnou jednotku jako je v hustotě.

## Příklad:

**Betonový panel má objem 1,6 m<sup>3</sup>. Jakou má hmotnost, je-li hustota betonu 2100 kg/m<sup>3</sup>?**

$$V = 1,6 \text{ m}^3$$

$$\rho = 2100 \text{ kg/m}^3$$

$$m = ? \text{ (kg)}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 2100 \cdot 1,6$$

$$m = 3360 \text{ kg}$$

Hmotnost betonového panelu je 3360 kg.

## Pracovní list: Hustota 1

### 1. Doplň zápis:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

### 2. Napiš, jak se čtou jednotky hustoty:

$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  .....

$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  .....

### 3. Doplň značky a základní jednotky fyzikálních veličin. Napiš měřidla hmotnosti a objemu.

a) hustota .....

b) hmotnost .....

c) objem .....

### 4. Doplň vztahy pro výpočet:

$$\text{hustota} = \frac{\text{hmotnost}}{\text{objem}} \quad \text{objem} = \frac{\text{hmotnost}}{\text{hustota}} \quad \text{hmotnost} = \text{hustota} \cdot \text{objem}$$

### 5. Doplň tabulku:

<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>21 400</b>			<b>840</b>	<b>10 500</b>	<b>1 300</b>
<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>8,93</b>	<b>0,917</b>			
<b>látka</b>						

6. Dvě koule mají stejný objem, jedna je vyrobená z duralu a druhá z borového dřeva. Která z těchto koulí má větší hmotnost?

hustota duralu: .....

hustota borového dřeva: .....

vysvětlení: .....

7. Dvě krychle mají stejnou hmotnost dva kilogramy. Jedna je vyrobena z hliníku a druhá ze železa. Která z těchto krychlí má větší objem?

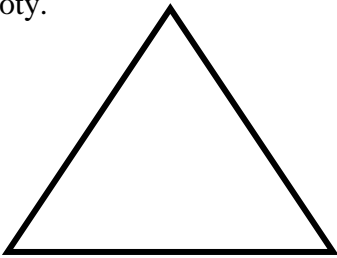
hustota hliníku: .....

hustota železa: .....

vysvětlení: .....

8. Hustotu kapalné látky zjišťujeme pomocí

9. Nakresli schéma (**domeček**) na výpočet hustoty a odvod' vztah pro výpočet hmotnosti, objemu a hustoty.



10. Na základě hustoty látek vysvětli obrázky:



11. Hodnoty hustot v jednotkách  $\text{g/cm}^3$  převed' na jednotku  $\text{kg/m}^3$  a spoj s příslušnou látkou.

7,6 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	stříbro
8,93 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	rtuť
10,5 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	měď
19,3 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	zlato
7,8 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	bronz
11,3 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	olovo
13,5 $\text{g/cm}^3$	$\text{kg/m}^3$	ocel

12. Najdi hustotu látek v tabulkách a vypočítej hmotnost kostek.



hustota zinku: ..... hmotnost kostky .....

hustota železa: ..... hmotnost kostky .....

hustota mosazi: ..... hmotnost kostky .....

hustota olova: ..... hmotnost kostky .....

hustota hliníku: ..... hmotnost kostky .....

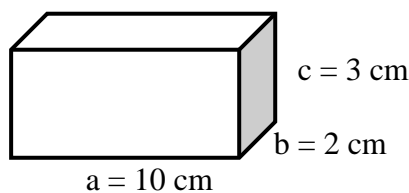
## Pracovní list: Hustota 2

1. Převed' na požadované jednotky a podle tabulek rozhodni, o kterou látku se jedná:

$13,5 \text{ g/cm}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{kg/m}^3$	<input type="text"/>
$650 \text{ kg/m}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{g/cm}^3$	<input type="text"/>
$2,2 \text{ g/cm}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{kg/m}^3$	<input type="text"/>
$1 \text{ g/cm}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{kg/m}^3$	<input type="text"/>
$1,3 \text{ kg/m}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{g/cm}^3$	<input type="text"/>
$19\,300 \text{ kg/m}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{g/cm}^3$	<input type="text"/>
$0,9 \text{ g/cm}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{kg/m}^3$	<input type="text"/>
$0,7 \text{ g/cm}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{kg/m}^3$	<input type="text"/>
$2\,160 \text{ kg/m}^3 =$	<input type="text"/>	$\text{g/cm}^3$	<input type="text"/>

2. Ledová kra o objemu  $2 \text{ m}^3$  má hmotnost  $1\,834 \text{ kg}$ . Vypočítej hustotu ledu.
3. Olověná krychle o objemu  $1 \text{ cm}^3$  má hmotnost  $11,3 \text{ g}$ . Urči její hustotu v  $\text{kg/m}^3$ .
4. Jaký objem má zlatá mince o hmotnosti  $19,3 \text{ g}$ ?
5. Z jakého materiálu je vyrobeno těleso o hmotnosti  $468 \text{ g}$  a objemu  $60 \text{ cm}^3$ ?
6. Z jakého materiálu je vyrobeno těleso o hmotnosti  $760 \text{ kg}$  a objemu  $100 \text{ dm}^3$ ?
7. Těleso má hmotnost  $135 \text{ kg}$  a objem  $0,05 \text{ m}^3$ . Z jakého materiálu je vyrobeno?
8. Objem petroleje v lahvičce je  $10 \text{ cm}^3$ , jaká je jeho hmotnost?
9. Jaký objem má těleso vyrobené ze železa o hmotnosti  $39 \text{ t}$ ?
10. Klíč má hmotnost  $46,8 \text{ g}$  a jeho objem je  $6 \text{ cm}^3$ . Jaká je hustota látky, ze které je klíč vyroben?
11. Koule má hmotnost  $117 \text{ g}$  a objem  $15 \text{ cm}^3$ . Z jaké látky je koule vyrobena?
12. Jaká je hmotnost  $98 \text{ l}$  benzínu?
13. Měděný váleček má hmotnost  $547,4 \text{ g}$ . Urči jeho objem.
14. Vypočítej objem zlaté podkovy, která má hmotnost  $750 \text{ g}$ .
15. Objem lžíce rypadla je  $0,5 \text{ m}^3$ . Urči hmotnost písku, který nabere rypadlo, je-li hustota písku  $1\,500 \text{ kg/m}^3$ .
16. Litinový odlitek má objem  $350 \text{ dm}^3$ , hustota litiny je  $7\,200 \text{ kg/m}^3$ . Urči hmotnost odlitku.

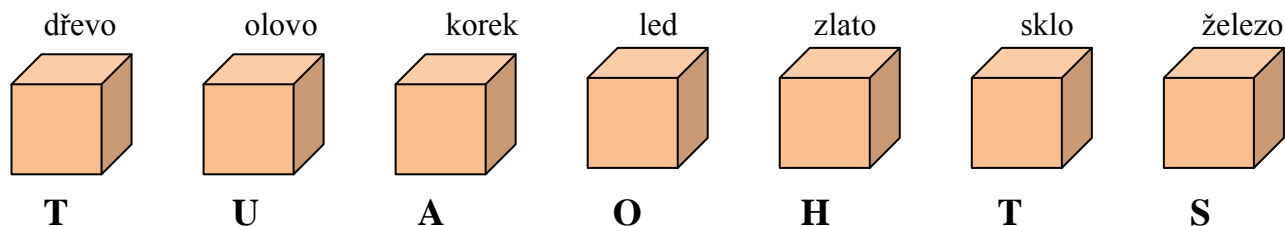
17. Kolik  $\text{m}^3$  písku lze naložit na auto, jehož nosnost je 5 t?
18. Urči kov, jehož odlitek má při objemu  $1,5 \text{ m}^3$  hmotnost 11,7 t.
19. Z kterého kovu je zhotoven náramek, který má objem  $2,2 \text{ cm}^3$  a hmotnost 23,1 g?
20. V cisterně je kapalina o hmotnosti 15,4 t a objemu  $20 \text{ m}^3$ . O jakou kapalinu jde?
21. Jaký objem má ledová kra o hmotnosti 326 kg?
22. Kilogramové závaží má objem 140 ml. Z jaké látky je vyrobeno?
23. Dřevorubci porazili borovici a vypočítali, že její kmen očištěný od kůry má objem  $0,72 \text{ m}^3$ . Hustota borovicového dřeva je  $500 \text{ kg/m}^3$ . Urči hmotnost tohoto kmenu.
24. Žulový kvádr má objem  $3 \text{ m}^3$ . Hustota žuly je  $2\,900 \text{ kg/m}^3$ . Urči hmotnost tohoto kvádru.
25. Plná kulička má objem  $20 \text{ cm}^3$  a hmotnost 178 g. Z jaké je látky?
26. Jaký objem má rtuť v nádobce, jestliže hmotnost rtuti je 900 g?
27. Jakou hmotnost má jeden litr stolního oleje o hustotě  $910 \text{ kg/m}^3$ ?
28. Obláček má hmotnost 40 g a objem  $15 \text{ cm}^3$ . Jaká je jeho hustota?
29. Plná kovová figurka má objem  $17 \text{ cm}^3$  a hmotnost 46 g. Z jakého je kovu?
30. Urči kov, jehož odlitek má při objemu  $1,5 \text{ m}^3$  hmotnost 11,7 t.
31. Jaký objem má těleso o hmotnosti 10 kg, které je vyrobeno z papíru o hustotě  $0,8 \text{ g/cm}^3$ ?
32. Vypočítej hmotnost tělesa, je-li vyrobeno z oceli o hustotě  $7,8 \text{ g/cm}^3$  a má objem  $0,1 \text{ m}^3$ .
33. Vypočítej hmotnost tělesa, které je vyrobeno z mědi, jestliže jeho objem je  $10 \text{ dm}^3$ .
34. Urči hmotnost vzduchu v místnosti, která má délku 7 m, šířku 5 m a výšku 250 cm.
35. Plná kulička, celá z téže látky, má objem  $20 \text{ cm}^3$  a hmotnost 178 g. Z jaké je látky?
36. Nádoba s hmotností 1 kg a vnitřním objemem 3 l je naplněna kapalinou. Celková hmotnost naplněné nádoby je 3,37 kg. Jaká kapalina by mohla být v nádobě?
37. Průměrná hustota lidského těla je asi  $1\,100 \text{ kg/m}^3$ . Vypočítej objem těla o hmotnosti 44 kg.
38. Petr přinesl kovovou desku (její rozměry jsou na obrázku). Z jakého je kovu, jestliže má hmotnost 504 kg?





## Pracovní list: Hustota 3

1. Na obrázku je sedm krychliček stejného objemu z různých látek. Uspořádej jejich hmotnosti od největší po nejmenší, použij písmena pod obrázky.



Při správném pořadí vznikne z písmen název jedné fyzikální veličiny: \_\_\_\_\_

### Hustoty látek:

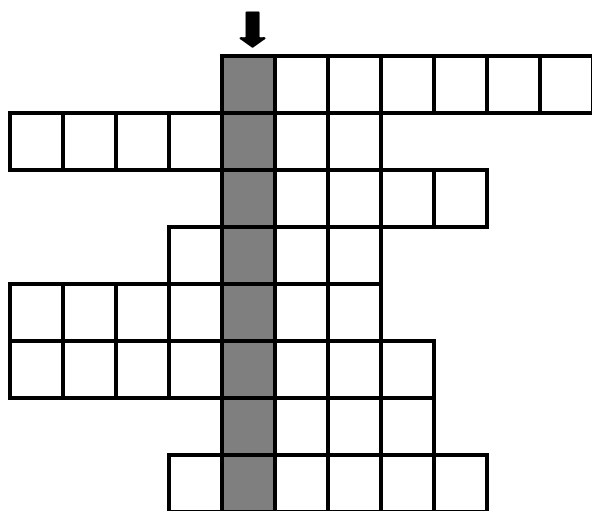
dřevo: ..... olovo: ..... korek: .....  
 led: ..... zlato: ..... sklo: .....  
 železo: .....

2. Na jedné misce rovnoramenných vah je těleso z hliníku a na druhé těleso ze zinku. Obě tělesa mají stejný objem.

- Které těleso má větší hmotnost?
- Je těleso z hliníku na misce A, nebo na misce B?



3. Řešením **tajenky** je fyzikální veličina potřebná pro výpočet hustoty. Napiš její název, značku, základní jednotku a měřidlo.



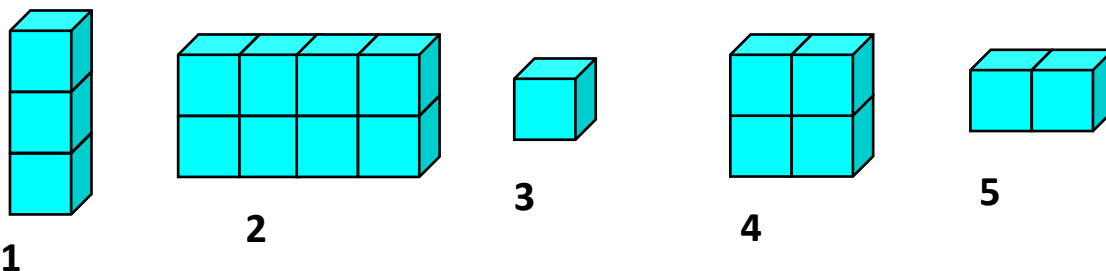
- fyzikální veličina se značkou  $\zeta$
- měřidlo síly
- fyzikální veličina se značkou V
- základní stavební částice látky
- nádoba, se kterou můžeme měřit objem
- na měření hustoty kapalin se používá
- fyzikální veličina se značkou F
- měřidlo času

**Tajenka:** \_\_\_\_\_

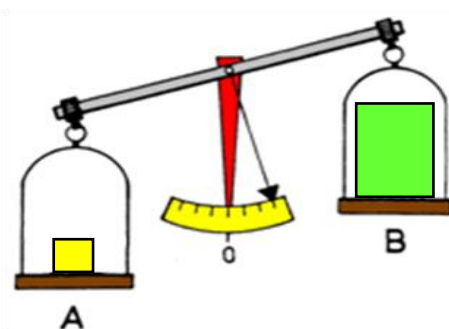
značka: \_\_\_\_\_, základní jednotka: \_\_\_\_\_, měřidlo: \_\_\_\_\_

4. Hustota vyjadřuje **h**..... látky připadající na jednotku **o**..... Číselně je rovna podílu **h**..... (.....) a **o**..... (.....). Hustota kapalných látek se měří **h**..... Jednotkou hustoty je ...../ m<sup>3</sup> nebo g/ .....

5. Na obrázku je pět těles ze stejné látky, ale různého objemu. Co platí o jejich hmotnostech?



6. Na rovnoramenných vahách jsou dvě tělesa (viz obrázek). Jedno těleso je ze železa, druhé z olova. Co podle obrázků můžeš říci o jejich objemech, hustotách a hmotnostech? K porovnání veličin použij znaménka  $>$ ,  $<$ ,  $=$ .

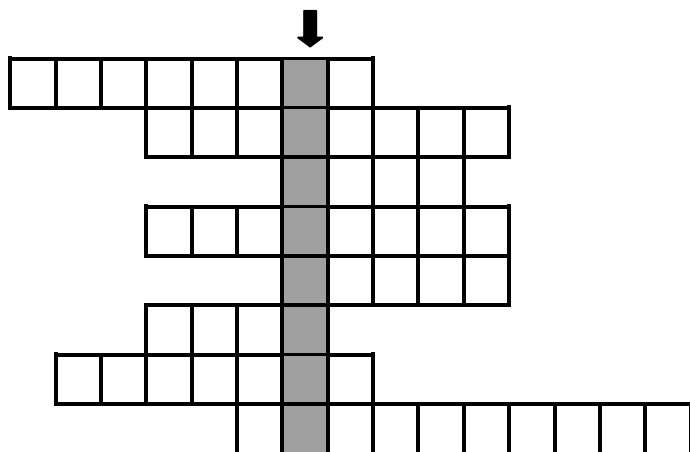


$m_A$	$m_B$
$V_A$	$V_B$
$\rho_A$	$\rho_B$

7. Doplň následující tabulku:

Materiál tělesa	Hmotnost [kg]	Hustota [ $\text{kg/m}^3$ ]	Objem [ $\text{m}^3$ ]
<b>Smrkové dřevo</b>	<b>250</b>		
<b>Rtuť</b>			<b>0,2</b>
<b>Voda</b>			<b>150</b>
<b>Olovo</b>	<b>0,5</b>		
<b>Máslo</b>	<b>2</b>		
<b>Nafta</b>			<b>29</b>
<b>Petrolej</b>			<b>400</b>

8. Řešením tajenky je pomůcka k určení hustoty kapaliny. **Tajenka:** \_\_\_\_\_



1. pomůcka zedníků k určování vodorovného směru
2. tělesa souhlasně zeledrovaná se ...
3. značku F má fyzikální veličina
4. pro výpočet hustoty musíme znát ...
5. a ...
6. základní stavební částice látky
7. pomůcka pro měření síly
8. síla, kterou jsou tělesa přitahována k zemi

## Laboratorní práce č. 6: MĚŘENÍ HUSTOTY

### Příprava:

1. Hustotu pevné látky, ze které je těleso vyrobeno, určíme: .....
2. Hustotu kapalin určíme: .....
3. K určení hustoty musíme znát: ..... a .....
4. Veličinu ..... určíme pomocí .....
5. Veličinu ..... určíme pomocí .....
6. Napiš vzorec pro výpočet hustoty. Veličiny pojmenuj, napiš jejich základní jednotky a jednotky, kterými se vyjadřuje hustota.

**Pomůcky:** rovnoramenné váhy, závaží, pevná tělesa, odměrný válec, papírky na vyvážení vah

### Úloha č. 1: Měření hustoty pevné látky (těleso – kulička, váleček)

#### Postup:

1. Zvaž těleso pomocí rovnoramenných vah.
2. Do odměrného válce nalij vodu a odečti hodnotu objemu kapaliny.
3. Do odměrného válce opatrně vlož těleso a odečti hodnotu objemu kapaliny s tělesem.
4. Vypočítej objem tělesa.
5. Z naměřených hodnot vypočítej hustotu látky.

#### Řešení:

1. Hmotnost tělesa:  $m = \dots\dots\dots$  g
2. Objem vody:  $V_1 = \dots\dots\dots$  ml  
Objem vody s tělesem:  $V_2 = \dots\dots\dots$  ml

Objem tělesa:  $V =$  (vzorec)  
 $V =$  (dosazení)  
 $V =$  (výpočet) ml  
 $V = \dots\dots\dots$  cm<sup>3</sup>

3. Hustota látky:  $\rho =$  (vzorec)  
 $\rho =$  (dosazení)  
 $\rho =$  (výpočet) g/cm<sup>3</sup>  
 $\rho = \dots\dots\dots$  kg/cm<sup>3</sup>

Závěr: Hustota látky je ....., těleso je vyrobeno z .....

### Úloha č. 2: Měření hustoty pevné látky (těleso – krychle, kvádr)

#### Postup:

1. Zvaž těleso pomocí rovnoramenných vah.
2. Změř rozměry tělesa a vypočítej jeho objem.
3. Z naměřených hodnot vypočítej hustotu látky.

Řešení:

1. Hmotnost tělesa:  $m = \dots\dots\dots$  g

2. Rozměry tělesa:  $a = \dots\dots\dots$  cm  
 $b = \dots\dots\dots$  cm  
 $c = \dots\dots\dots$  cm

Objem tělesa:  $V = (\text{vzorec})$   
 $V = (\text{dosazení})$   
 $V = \dots\dots\dots$  cm<sup>3</sup>

3. Hustota látky:  $\zeta = (\text{vzorec})$   
 $\zeta = (\text{dosazení})$   
 $\zeta = (\text{výpočet})$  g/cm<sup>3</sup>  
 $\zeta = \dots\dots\dots$  kg/cm<sup>3</sup>

Závěr: Hustota látky je  $\dots\dots\dots$ , těleso je vyrobeno z  $\dots\dots\dots$

**Úloha č. 3: Měření hustoty kapaliny (voda, olej, líh)**

Postup:

1. Do odměrného válce nalij kapalinu a změř její objem.
2. Zvaž prázdnou kádinku.
3. Kapalinu z odměrného válce přelij do kádinky a zvaž kádinku s kapalinou.
4. Vypočítej hmotnost kapaliny.
5. Z naměřených hodnot vypočítej hustotu látky.
6. Doplň tabulku.

kapalina	objem	hmotnost kádinky	hmotnost kádinky s kapalinou	hmotnost kapaliny	hustota kapaliny (dosazení)	hustota kapaliny
voda						
líh						
olej						