

# Laboratorní cvičení z fyziky

Název:	Mince na hladině
Vypracoval:	Anežka Čapková
Datum:	20. 9. 2020

## ① Pomůcky

digitální laboratorní váha, 50 mincí podle předlohy, odměrný válec s nejmenším dílkem alespoň 1 ml, voda, kalkulačka, rezná nit (slabý provázek), nůžky, pravítko, tužka, milimetrový papír, Petriho miska, pinzeta

## ② Určení hmotnosti a materiálu použité mince

a) Na digitálních laboratorních vahách stanovte hmotnost 50 mincí vytištěných na 3D tiskárně. Tuto hmotnost označte  $m_{50}$ .



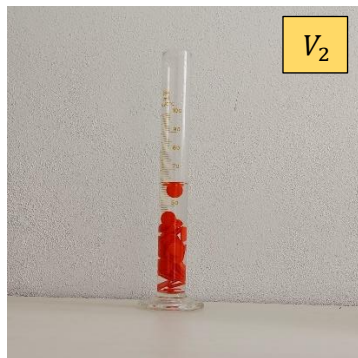
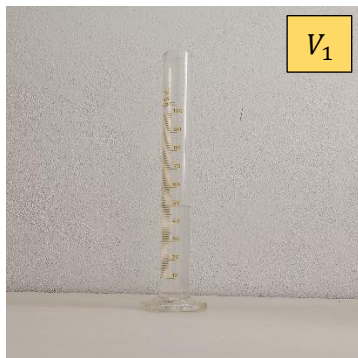
$$m_{50} = \underline{13,1} \text{ g}$$

b) Pomocí přímé úměry vypočtete hmotnost jedné mince  $m$ .

$$\begin{array}{l} \uparrow 50 \text{ mincí} \dots\dots\dots m_{50} \text{ g} \uparrow \\ \uparrow 1 \text{ mince} \dots\dots\dots m \text{ g} \uparrow \\ \hline m = \frac{m_{50}}{50} \cdot 1 = \frac{13,1}{50} \cdot 1 = \underline{0,262} \text{ g} \end{array}$$

$$m = \underline{0,262} \text{ g}$$

c) Pomocí vhodného odměrného válce určete objem 50 mincí. Objem označíme  $V_{50}$ .



$$\begin{aligned} V_{50} &= V_2 - V_1 \\ V_{50} &= (62,5 - 50) \text{ ml} \end{aligned}$$

$$V_{50} = \underline{12,5} \text{ ml}$$

d) Pomocí přímé úměry vypočtete objem jedné mince  $V$ .

$$\begin{array}{l} \uparrow 50 \text{ mincí} \dots\dots\dots V_{50} \text{ ml} \uparrow \\ \uparrow 1 \text{ mince} \dots\dots\dots V \text{ ml} \uparrow \\ \hline V = \frac{V_{50}}{50} \cdot 1 = \frac{12,5}{50} \cdot 1 = \underline{0,25} \text{ ml} \end{array}$$

$$V = \underline{0,25} \text{ ml}$$

e) Vypočtete hustotu materiálu, ze kterého byla mince vytištěna.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,262}{0,250} \frac{\text{g}}{\text{ml}} = \underline{1,048} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho = \underline{1,048} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

(pozn.: objem můžete dosadit v mililitrech, neboť 1 ml = 1 cm<sup>3</sup>!)

f) Na základě hustoty vypočtené v předchozím bodě a informací z níže uvedené tabulky určete, o jaký materiál se jedná.

Materiál	$\frac{\rho}{\text{g/cm}^3}$
PP	0,91
ABS	1,045
ASA	1,070
PA	1,1
PLA nebo CPE	1,25
PET	1,35

použitý materiál je ABS

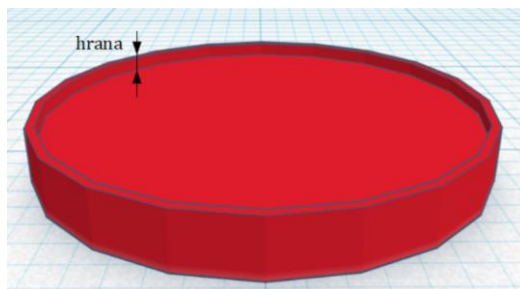


#### Otázka pro chytré hlavy

Je nutné pro výpočet hustoty materiálu zjišťovat hmotnost a objem jedné mince, nebo je možné vypočítat hustotu i bez toho? Uveďte jak a své tvrzení dokažte.

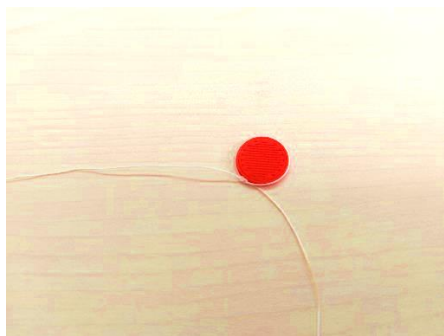
### ③ Měření obvodu mince

a) Prohlédněte si minci. Při bližším ohledání by mělo být vidět, že je na jedné její straně hrana.



b) Pomocí rezné nitě změřte obvod mince (délku hrany), označte ho  $o_n$ .

(1) Kolem mince uvažte smyčku.



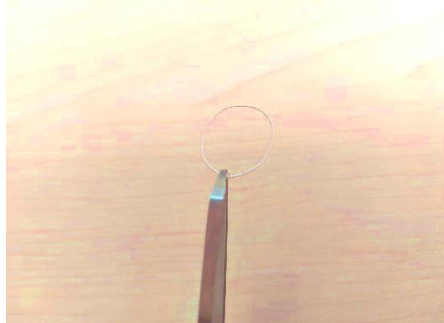
(2) Minci ze smyčky vyvlékněte.



(3) Odstříhnete přebytečnou nit.



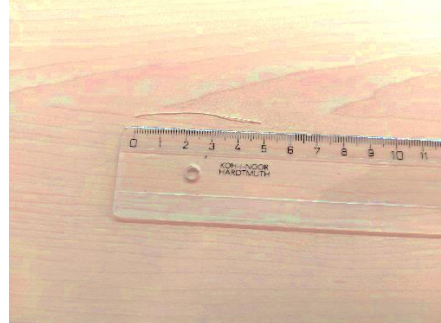
(4) V místě uzlu smyčku rozstříhnete.



(5) Délka nitě odpovídá obvodu mince.



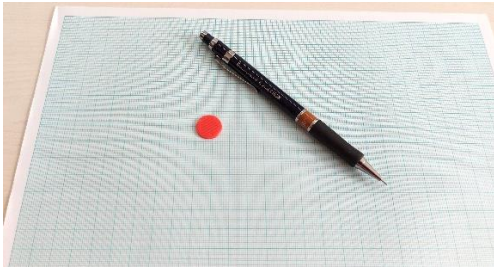
(6) Délku nitě změřte pravítkem.



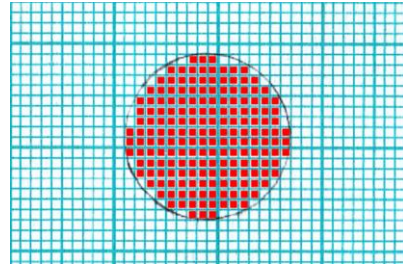
$o_n =$  49 mm

c) Obvod mince stanovte pomocí milimetrového papíru. Princip této metody spočívá v tom, že na milimetrovém papíru určíte obsah kruhu, který vznikne obkreslením mince na milimetrový papír.

(1) Tužkou pečlivě obkreslete minci na milimetrový papír.



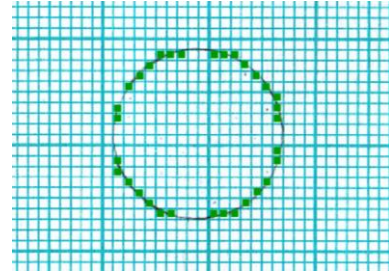
(2) Spočítejte všechny čtverečky, které celé leží uvnitř nakresleného útvaru.



(3) Každý z těchto čtverečků zaujímá plochu  $1 \text{ mm}^2$ . Vynásobíme-li počet čtverečků plochou jednoho čtverečku, získáme plochu  $S_c$ .

$$S_c = \underline{183} \cdot 1 \text{ mm}^2 = \underline{183} \text{ mm}^2$$

(4) Spočítejte všechny čtverečky, které v obkresleném úvaru leží pouze částečně.



(5) Tyto čtverečky taktéž zaujímají  $1 \text{ mm}^2$ . Jelikož ale neleží v kruhu celé, započítáme jich pouze polovinu (to plyne z teorie pravděpodobnosti). Celkový obsah „necelých“ čtverečků označíme  $S_n$ .

$$S_n = \frac{31}{2} \cdot 1 \text{ mm}^2 = \underline{15,75} \text{ mm}^2$$

(6) Obsah obkresleného kruhu jednoduše určíme jako součet  $S_c$  a  $S_n$ , označíme jej  $S$

$$S = S_c + S_n$$

$$S = \underline{183} + \underline{15,75} = \underline{198,75} \text{ mm}^2$$

(7) Vypočítáme obvod kruhu, označíme ho  $o_s$ .

- pro obsah kruhu platí:  $S = \pi r^2$
- odtud:  $r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$
- pro obvod kruhu platí:  $o_s = 2\pi r$
- dosadíme vyjádřené  $r$  z obsahu  $S$ :

$$o_s = 2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

— po úpravě

$$o_s = 2\sqrt{\pi S}$$

— dosadíme námi určené  $S$

$$o_s = 2 \sqrt{\pi \cdot \underline{198,75}} = \underline{49,98} \text{ mm}$$

$$o_s = \underline{49,98} \text{ mm}$$

d) Z obvodů  $o_n$  a  $o_s$  určíme aritmetický průměr, který označíme  $o$  a použijeme jej v dalších výpočtech.

$$o = \frac{o_n + o_s}{2} = \underline{49,49} \text{ mm}$$

$$o = \underline{49,49} \text{ mm}$$

## ④ Mince na hladině

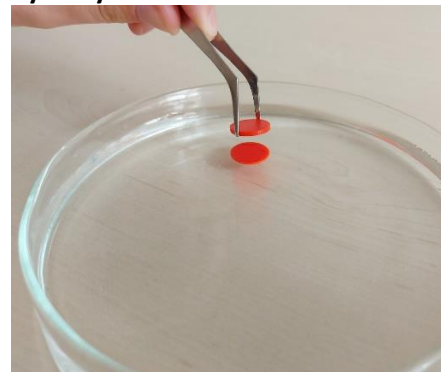
a) Položte minci na hladinu vody v Petriho misce hranou dolů. Minci pokládejte velmi opatrně tak, aby se nenamočila. Musí na hladině stát, nikoli na ni plovat!



b) Pinzetou jemně zatlačte na minci. Uvidíte, jak se pod ní prohýbá hladina. Jak již víte z běžných hodin fyziky, příčinou tohoto jevu je povrchové napětí vody.



c) Pokuste se na minci, která se drží na hladině, položit druhou minci. Nemělo by se to povést a obě mince by měly klesnout ke dnu.



d) Pokuste se výpočtem dokázat, že hladina dvě mince na sobě neudrží.

- pro povrchové napětí platí vztah

$$\sigma = \frac{F}{l},$$

kde  $F$  je povrchová síla, tj. síla, kterou působí hladina kapaliny na délku  $l$  (v našem případě odpovídá obvodu mince  $o$ )

- hladina udrží minci, dokud je gravitační síla, kterou mince působí na hladinu, menší než povrchová síla
- je-li gravitační síla větší než povrchová, mince klesá ke dnu
- je tedy možné určit maximální možnou hmotnost mince, kterou hladina ještě unese
- pro povrchové napětí vody tedy platí

$$\sigma_{voda} = \frac{F_g}{o} = \frac{m_{max}g}{o}$$

- odtud

$$m_{max} = \frac{\sigma_{voda} o}{g}$$

- povrchové napětí vody je  $\sigma_{voda} = 0,07275 \text{ N/m}$ ,  $g$  je gravitační zrychlení  $g = 10 \text{ N/kg}$ ,  $o$  je obvod v metrech, který jsme stanovili výše

$$m_{max} = \frac{0,07275 \cdot 0,04949}{10} = 0,00036 \text{ kg} = 0,36 \text{ g}$$

- nyní porovnáme maximální hmotnost, kterou hladina při dané délce okraje mince unese, s hmotností dvou mincí
- je zřejmé, že

$$m_{max} < 2 \cdot m$$

- hladina tedy unese pouze jednu naši minci



### Otázka pro chytré hlavy

Jakou kapalinu místo vody bychom museli použít, aby hladina dvě mince unesla? Vypočtete potřebné povrchové napětí kapaliny a podle MFChT kapalinu stanovte.